Лейтенантъ *В. Бундасъ.*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗСЛѢДОВАНІЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОТЫСКАНІЯ ВЪ МОРѢ НЕПРІЯТЕЛЯ.

I. Способъ предѣльнаго угла встрѣчъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Морского Министерства, въ Главномъ Адмиралтействѣ.
1909.

ПР[illegible]ЕНО 1960 г.

Библиотека
К. И. Самойлова.
№ 62

Лейтенантъ *В. Бундасъ.*

Проверено | 2015

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗСЛѢДОВАНІЕ

ВОЗМОЖНОСТИ

ОТЫСКАНІЯ ВЪ МОРѢ НЕПРІЯТЕЛЯ.

Филиал Центральной ВМБ

I. Способъ предѣльнаго угла встрѣчъ.

БИБЛИОТЕКА ГМШ ВМФ СССР

БИБЛИОТЕКА 1 ОТДѢЛА Главного Морского Штаба РК МОСКВА 569

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Морского Министерства, въ Главномъ Адмиралтействѣ.
1909.

359.47
Б91

Печатано по распоряженію Главнаго Морского Штаба.

Вообще нѣтъ, да пожалуй и быть не можетъ безупречныхъ способовъ, и при разработкѣ таковыхъ надо лишь стараться о томъ, чтобы, насколько возможно, ограничить возможность случайностей.

Н. Кладо.

Исходной точкой для рѣшенія современныхъ тактическихъ вопросовъ надо считать теоретическій разборъ ихъ. Безъ такого предварительнаго теоретическаго освѣщенія немыслимо на практикѣ рѣшеніе самыхъ существенныхъ вопросовъ морской тактики.

Дѣло теоретическаго разбора освѣтить условія возможности и способы рѣшенія этихъ вопросовъ, разсмотрѣвъ предварительно тѣ элементы, изъ которыхъ слагаются тактическія задачи, и установивъ взаимоотношенія между этими элементами.

Въ вопросахъ морской тактики, вѣрнѣе въ тактическихъ задачахъ, весьма существенное мѣсто занимаетъ развѣдочная служба на морѣ.

Переходя къ развѣдочной службѣ, т. е. къ ея теоретическому разсмотрѣнію, мы должны замѣтить, что элементами ея являются: разстояніе между положеніемъ непріятельской эскадры и развѣдчиковъ, ее отыскивающихъ, курсы, и скорости той и другихъ.

Такимъ образомъ, при попыткѣ заняться теоретическимъ разборомъ развѣдочной службы, намъ придется считаться,

главнымъ образомъ, *съ взаимоотношеніемъ величинъ протяженій, равно какъ и времени.* Всѣ другія соображенія должны вытекать уже отсюда.

Поэтому вполнѣ ясно, что теоретическій разборъ вопросовъ развѣдочной службы заключается прежде всего въ *математическомъ изслѣдованіи* въ этой области, единственно дающемъ возможность разобраться въ важнѣйшихъ основаніяхъ развѣдочной службы.

Это изслѣдованіе мы начнемъ съ разсмотрѣнія общихъ условій встрѣчи двухъ эскадръ.

Общія условія встрѣчи двухъ эскадръ и изслѣдованіе этихъ условій.

Пусть въ точкѣ А находится нашъ флотъ, въ точкѣ В—непріятельскій. Предположимъ, что изъ В по телеграфу, или какимъ-либо инымъ способомъ, дали знать въ А, что непріятель вышелъ въ море по неизвѣстному направленію. Пусть также, скорость непріятеля будетъ v_1, а нашей развѣдочной эскадры, высланной немедленно по полученіи извѣстія о выходѣ непріятеля на поиски его, пусть будетъ v.

Для изслѣдованія условій встрѣчи обѣихъ эскадръ предположимъ, что встрѣча ихъ произошла въ какой-нибудь точкѣ М, причемъ и *непріятель и развѣдчики скорости не мѣняли, равно какъ и курса, и вышли въ море одновременно.* (Черт. 1).

Очевидно, что разстояніе отъ В до М выразится произведеніемъ скорости непріятеля—v_1 и времени t, т. е. будетъ $v_1 t$, а разстояніе АМ будетъ выражаться въ произведеніи скорости развѣдчиковъ—v и того же времени t, такъ какъ мы обусловили, что наша развѣдочная эскадра вышла въ море одновременно съ непріятельской.

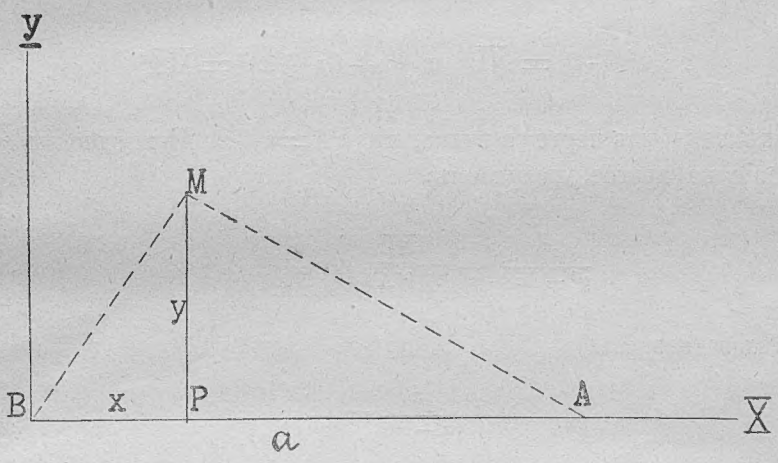
Такимъ образомъ, мы имѣемъ:

$$\text{BM} = v_1 t \text{ и } \text{AM} = vt$$

Дѣля одно выраженіе на другое, получимъ:

$$\frac{BM}{AM} = \frac{v_1 t}{vt} = \frac{v_1}{v} = \text{const.}$$

т. е. въ случаѣ встрѣчи нашей развѣдочной эскадры съ непріятелемъ отношеніе разстояній отъ точки встрѣчи до пунктовъ отшедшихъ, нашего (A) и непріятельскаго (B), есть величина постоянная, равная отношенію скоростей нашей развѣдочной и непріятельской эскадръ.



Черт. 1.

А такъ какъ мы брали точку встрѣчъ совершенно произвольно и лишь обусловили, что обѣ эскадры по выходѣ въ море не мѣняли курса, то мы въ правѣ сказать, что всякая точка встрѣчи обѣихъ эскадръ характеризуется тѣмъ, что отношеніе ея разстояній до пунктовъ отшествія обѣихъ эскадръ равно отношенію скоростей послѣднихъ или, иными словами, пункты возможныхъ встрѣчъ развѣдочной и непріятельской эскадръ, не мѣнявшихъ курса и скорости, представляютъ собой геометрическое мѣсто точекъ, отношеніе разстояній отъ которыхъ до двухъ данныхъ точекъ

*

(A и B) есть величина постоянная, равная отношенію двухъ данныхъ величинъ (v и v_1), и внѣ этого геометрическаго мѣста точекъ встрѣча происходитъ не можетъ, если только непріятель или развѣдчикъ курса и скорости не мѣняли по выходѣ въ море.

Для опредѣленія этого геометрическаго мѣста точекъ возьмемъ начало Декартовыхъ координатъ въ точкѣ B (черт. 1).

Пусть даны скорости v и v_1, разстояніе отъ A до B есть a, и пусть любая точка встрѣчи есть M—(x, y)—, а проекція ея на ось абсциссъ будетъ P. Изъ прямоугольныхъ треугольниковъ BMP и AMP имѣемъ:

$$x^2 + y^2 = \overline{MB}^2 \text{ и } y^2 + (a-x)^2 = \overline{MA}^2$$

такъ какъ изъ чертежа видно, что $PA = a - x$. Дѣля одно выраженіе на другое, получаемъ:

$$\frac{x^2+y^2}{y^2+(a-x)^2} = \frac{\overline{MB}^2}{\overline{MA}^2} \text{ но } \frac{MB}{MA} = \frac{v_1}{v}$$

слѣдовательно:

$$\frac{x^2+y^2}{y^2+(a-x)^2} = \frac{v_1^2}{v^2},$$

что опредѣляетъ уравненіе искомаго геометрическаго мѣста. Послѣ ряда преобразованій получимъ:

$$(v^2 - v_1^2)\ y^2 + (v^2 - v_1^2)\ x^2 + 2\ av_1^2\ x = a^2\ v_1^2$$

А это выраженіе представляетъ собою уравненіе круга, и такъ какъ y входитъ лишь во второй степени, то можно сразу сказать, что центръ этого круга лежитъ на оси абсциссъ.

Такимъ образомъ оказывается, что *геометрическое мѣсто точекъ встрѣчъ обѣихъ эскадръ есть окружность, центръ которой лежитъ на оси абсциссъ и, слѣдовательно, пересѣченіе ея съ осью абсциссъ даетъ двѣ точки.*

Для опредѣленія абсциссъ этихъ точекъ пересѣченія дадимъ y значеніе, равное нулю; тогда наше уравненіе приметъ такой видъ:

$$(v^2 - v_1^2)\ x^2 + 2\ av_1^2\ x = a^2\ v_1^2$$

Рѣшая это уравненіе относительно x, получимъ:

$$x = \frac{-av_1^2 \pm \sqrt{a^2 v^4 + (v^2 - v_1^2)\ a^2 v_1^2}}{v^2 - v_1^2} = av_1\ \frac{-v_1 \pm v}{v^2 - v_1^2}$$

откуда получимъ два значенія для x:

$$x_1 = av_1\ \frac{v - v_1}{v^2 - v_1^2} = \frac{av_1}{v + v_1}$$

$$x_2 = av_1\ \frac{-v_1 - v}{v^2 - v_1^2} = -\frac{av_1}{v - v_1}$$

т. е. наша окружность пересѣчетъ ось абсциссъ въ двухъ точкахъ, причемъ одно значеніе абсциссы точки пересѣченія (x_1) будетъ положительно, а другое (x_2) отрицательно.

На этомъ основаніи мы въ правѣ сказать, что *одна точка всегда будетъ лежать между отшедшими пунктами (A и B) обѣихъ эскадръ, а другая — за отшедшимъ пунктомъ непріятеля.*

Очевидно, что x_1, какъ абсцисса точки встрѣчи, будетъ соотвѣтствовать тому случаю, когда обѣ эскадры, выйдя въ море, пойдутъ другъ другу навстрѣчу по прямой, соединяющей оба отшедшіе пункты, а x_2 — тому случаю, когда обѣ эскадры пойдутъ въ одномъ направленіи по той же прямой, т. е. однимъ курсомъ.

Не трудно показать, что по своему абсолютному значенію x_2 всегда больше x_1, такъ какъ въ значеніи x_2 произведеніе av_1 дѣлится на меньшее количество $(v - v_1)$, чѣмъ въ значеніи x_1, гдѣ то же произведеніе дѣлится на большее количество $(v + v_1)$.

Теперь, имѣя значенія x_1 и x_2, не трудно найти радіусъ окружности и абсциссу ея центра. Радіусъ ея выразится

полуразностью x_1 и x_2, а абсцисса центра полусуммой тѣхъ же количествъ, т. е.

$$R = \frac{x_1 - x_2}{2} = \frac{avv_1}{v^2 - v_1^2}$$

$$X = \frac{x_1 + x_2}{2} = -\frac{av_1^2}{v^2 - v_1^2}$$

Знакъ (--) передъ значеніемъ X показываетъ, что центръ окружности лежитъ всегда за отшедшимъ пунктомъ непріятеля (B) на продолженіи прямой AB (конечно при условіи, что $v > v_1$).

Посмотримъ, каковы будутъ R, X и x_1, если скорости обѣихъ эскадръ равны между собою

При $v = v_1$

$$R = \frac{av_1}{0} = \infty \; ; \; X = \frac{av_1^2}{0} = -\infty \; ; \; \text{и} \; x_1 = \frac{av_1}{v - v_1} = \frac{a}{2}$$

т. е. геометрическое мѣсто точекъ встрѣчъ представитъ собой прямую, проходящую черезъ середину a и перпендикулярную къ a *).

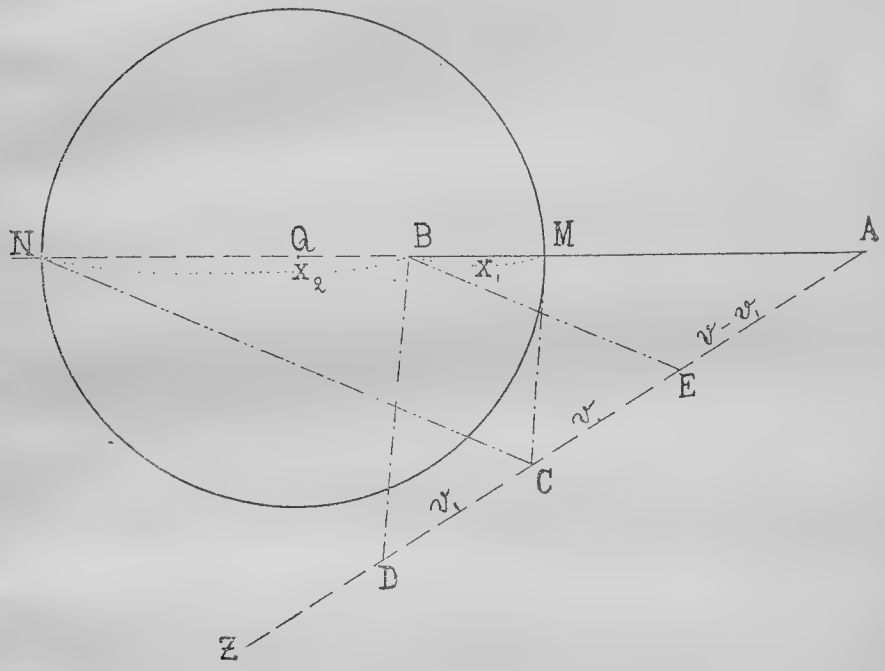
Имѣя уже значенія абсциссы центра и величину радіуса, не трудно построить и самую окружность.

Но проще однако при рѣшеніи практическихъ вопросовъ построить x_1 и x_2, и, раздѣливъ пополамъ разстояніе между полученными точками, изъ середины, какъ изъ центра, описать окружность радіусомъ, равнымъ половинѣ разстоянія.

---

*) Это нетрудно показать и непосредственно изъ уравненія $(v^2 + v^1)\, y^2 + (v^2 - v_1^2)\, x + 2av_1^2\, x = a^2 v_1^2$. При $v = v_1$ оно приметъ видъ: $2\, av_1^2\, x = a^2 v_1^2$ откуда $x = \frac{a}{2}$, а это послѣднее выраженіе есть ур-ніе прямой, перпендикулярной къ оси X-овъ и проходящей отъ начала координатъ въ разстояніи $\frac{a}{2}$, т. е. по срединѣ a.

Построеніе это можно произвести слѣдующимъ образомъ (Черт. 2). Соединяемъ A съ B прямою и продолжимъ ее на нѣкоторое разстояніе. Въ точкѣ A подъ произвольнымъ угломъ проводимъ прямую AZ и по этой прямой отъ A откладываемъ разстояніе $AC = v$. Отъ полученной точки C по обѣ ея стороны откладываемъ разстоянія $CD = CE = v_1$ *).



Черт. 2.

Точку D соединяемъ съ B, а черезъ точку C проводимъ, параллельно D B, прямую CM. Ея пересѣченіе съ AB дастъ въ точкѣ M пересѣченіе искомой окружности съ осью абсциссъ, опредѣляемое абсциссою x_1.

---

*) Въ этомъ построеніи, а равно и въ дальнѣйшихъ, совѣтуемъ брать не v_1 и v_1 непосредственно, а ихъ кратныя. Тогда построенія будутъ точнѣе.

Затѣмъ, соединивъ точку E съ B, черезъ C проводимъ, параллельно EB, прямую CN. Пересѣченіе этой прямой съ продолженіемъ AB дастъ въ точкѣ N второе пересѣченіе искомой окружности съ осью абсциссъ, опредѣляемое абсциссою x_2.

Это не трудно доказать.

Вслѣдствіе параллельности прямыхъ EB и CN, DB и CM, имѣемъ:

$$\frac{BM}{DC} = \frac{AB}{AD} \quad \text{и} \quad \frac{BN}{CE} = \frac{AB}{AE}$$

откуда:

$$BM = \frac{AB.DC}{AD} \quad \text{и} \quad BN = \frac{AB.CE}{AE}$$

Но $AB = a$, $DC = CE = v_1$, $AD = v + v_1$ и $AE = v - v_1$, слѣдовательно, подставляя, получимъ:

$$BM = \frac{av_1}{v + v_1} \quad \text{и} \quad BN = -\frac{av_1}{v - v_1}$$ (ибо BN лежитъ влѣво

отъ B). Раздѣливъ теперь NM пополамъ, изъ середины Q, какъ изъ центра, очертимъ окружность радіусомъ $QN = QM$, и эта окружность представитъ собою геометрическое мѣсто точекъ встрѣчъ.

Назовемъ эту окружность для краткости **кругомъ встрѣчъ.**

Я позволю себѣ нѣсколько уклониться въ сторону и показать, что кругъ встрѣчъ имѣетъ примѣненіе не только исключительно въ разсматриваемомъ вопросѣ, но и даетъ возможность рѣшать нѣкоторыя тактическія задачи.

Возьмемъ для примѣра такую задачу (черт. 3):

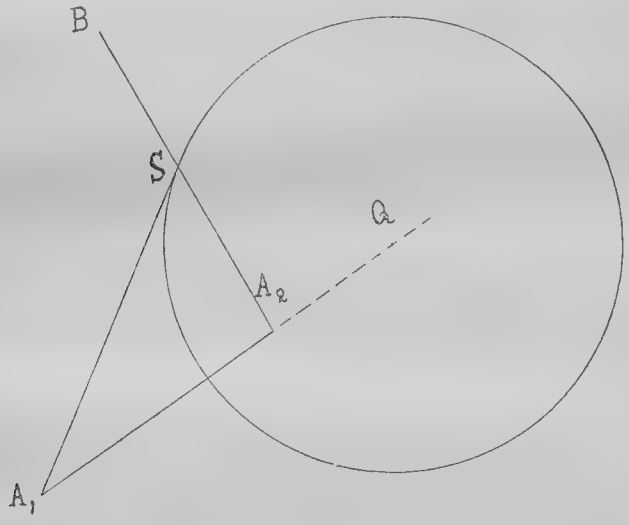
Двѣ эскадры, или два корабля, выйдя одновременно изъ точекъ A_1 и A_2, обладая скоростями v_1 и v_2, должны соединиться съ тѣмъ разсчетомъ, чтобы придти совмѣстно въ точку B въ кратчайшій срокъ. Послѣднее условіе показываетъ намъ, что эскадра, обладающая меньшей скоростью, должна идти непосредственно въ B. Пусть таковой эскадрой будетъ находящаяся въ A_2. Соединивъ A_2 съ B, построимъ кругъ

встрѣчъ для точекъ A_1 и A_2 и скоростей v_1 и v_2. Пересѣченіе круга встрѣчъ въ точкѣ S съ прямой A_2B и опредѣлить мѣсто встрѣчи обѣихъ эскадръ. Отъ этой точки скорость v_2 дѣлается общей для обѣихъ эскадръ.

Но вернемся къ нашему изслѣдованію.

Итакъ мы знаемъ, какъ получить графически кругъ встрѣчъ.

Такимъ образомъ, задача отысканія въ морѣ непріятеля получаетъ опредѣленныя рамки, — непріятеля надо искать не просто въ открытомъ морѣ, а на окружности строго опредѣленной, что облегчаетъ значительно задачу отысканія его въ морѣ.



Черт. 3.

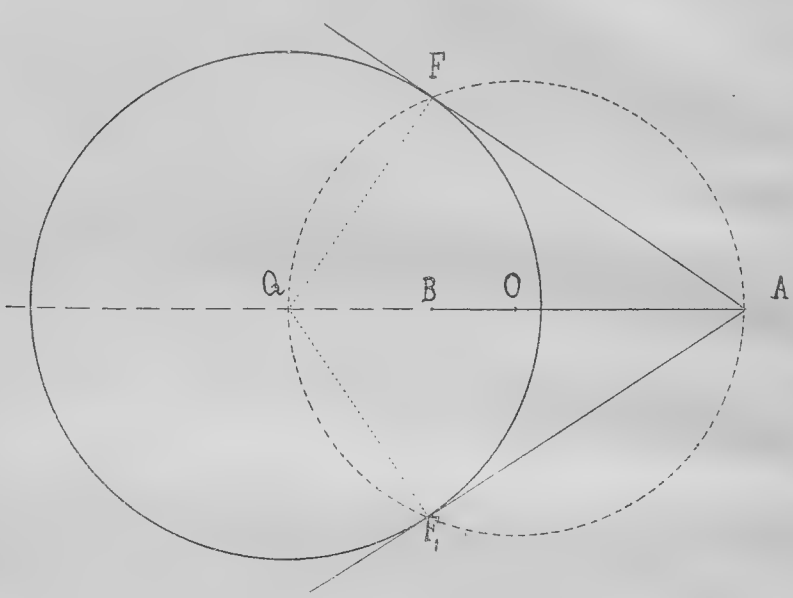
Предѣльный уголъ встрѣчъ и его величина.

Вмѣсто того, чтобы строить окружность, можно въ цѣляхъ практическихъ обратиться къ *углу, внѣ котораго встрѣчи эскадръ происходить не могутъ.*

Назовемъ этотъ уголъ **предѣльнымъ угломъ встрѣчъ.**

Ясно, что это будетъ уголъ, составленный касательными, проведенными изъ пункта A къ кругу встрѣчъ (черт. 4).

Если кругъ встрѣчъ уже построенъ, то этотъ уголъ графически можно получить такъ:

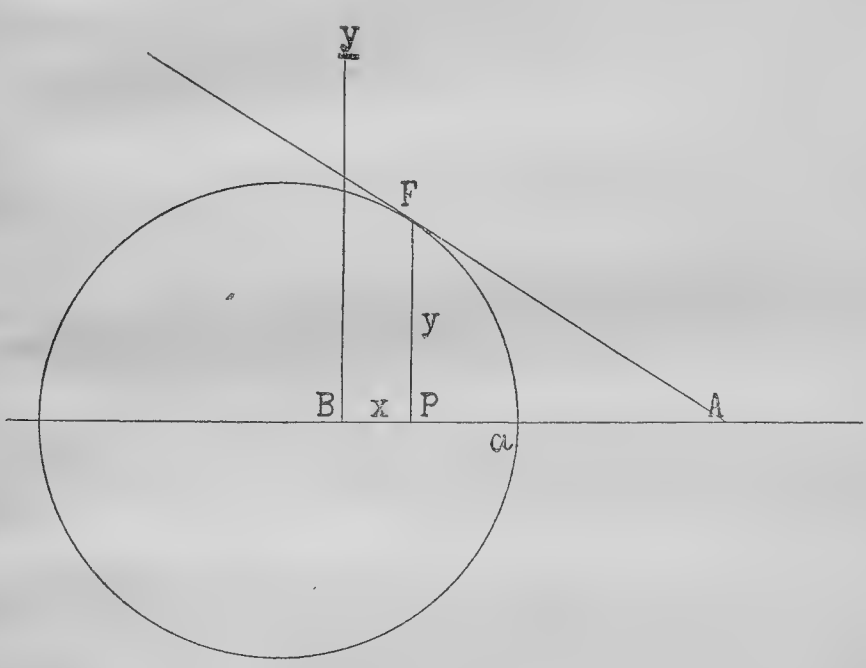


Черт. 4.

Раздѣливъ разстояніе отъ A (черт. 4) до центра круга встрѣчъ Q пополамъ, изъ средины O, какъ изъ центра, половинной разстоянія AQ опишемъ окружность, проходящую черезъ точки A и Q. Тогда точки F и F_1, пересѣченія этой окружности съ кругомъ встрѣчъ, будутъ точками касанія прямыхъ, проходящихъ черезъ точку A. Соединивъ точки F и F_1, прямыми съ A, получимъ уголъ FAF_1, который и будетъ *предѣльнымъ угломъ встрѣчъ*.

Дѣйствительно, углы QFA и QF_1A равны каждый $\frac{\pi}{2}$, какъ опирающіеся на діаметръ QA, слѣдовательно AF и AF_1 суть касательныя къ кругу встрѣчъ, а уголъ FAF_1 и есть предѣльный уголъ встрѣчъ. *Условимся обозначать его черезъ* α.

Прежде, чѣмъ выражать уголъ α въ функціи отъ извѣстныхъ намъ данныхъ, покажемъ одну характерную особенность касательной, проведенной изъ пункта отшествія развѣдчиковъ, къ кругу встрѣчь. Эта особенность заключается въ томъ, что абсцисса точки касанія указанной касательной равна нулю, т. е. *точка касанія лежитъ на оси ординатъ, и подкасательная равна a.*



Черт. 5.

Мы знаемъ, что подкасательная всякой кривой въ общемъ видѣ выражается функціей, отнесенной къ ея первой производной, т. е. равна $\frac{y}{y'}$.

Пусть AF (чѐрт. 5) — касательная къ кругу встрѣчь, проходящая черезъ точку A; x и y координаты точки касанія и AB есть a.

Изъ уравненія круга встрѣчъ мы имѣемъ:

$$y = \frac{1}{\sqrt{v^2 - v_1^2}} \cdot \sqrt{a^2 v_1^2 - 2av_1^2 x - (v^2 - v_1^2)\, x^2}$$

А производная будетъ, слѣдовательно:

$$y' = \frac{1}{\sqrt{v^2 - v_1^2}} \cdot \frac{-av_1^2 - (v^2 - v_1^2)\, x}{\sqrt{a^2 v_1^2 - 2av_1^2 x - (v^2 - v_1^2) x^2}}$$

Дѣля одно выраженіе на другое, получимъ общій видъ подкасательной къ кругу встрѣчъ;

$$\frac{y}{y'} = \frac{a^2 v_1^2 - 2av_1^2 x - (v^2 - v_1^2)\, x^2}{-av_1^2 - (v^2 - v_1^2)\, x}$$

Но для касательной, проходящей черезъ точку А, подкасательная, какъ видно изъ чертежа, равна:—$(a - x)$.

Такимъ образомъ:

$$\frac{a^2 v_1^2 - 2av_1^2 x - (v^2 - v_1^2)\, x^2}{-av_1^2 - (v^2 - v_1^2)\, x} = -(a - x)$$

Помноживъ обѣ части уравненія на знаменателя лѣвой части, будемъ имѣть:

$$a^2 v_1^2 - 2av_1^2 x - (v^2 - v_1^2)\, x^2 = -(a - x)\,[-av_1^2 - (v^2 - v_1^2)\, x].$$

Раскрывая скобки, получаемъ:

$$a^2 v_1^2 - 2av_1^2 x - (v^2 - v_1^2)\, x^2 = a^2 v_1^2 - av_1^2 x + av^2 x - av_1^2 x - (v^2 - v_1^2)\, x^2.$$

Отсюда, по приведеніи подобныхъ членовъ, получимъ:

$$av^2 x = 0.$$

А такъ какъ ни a, ни v не равны нулю, то значитъ:

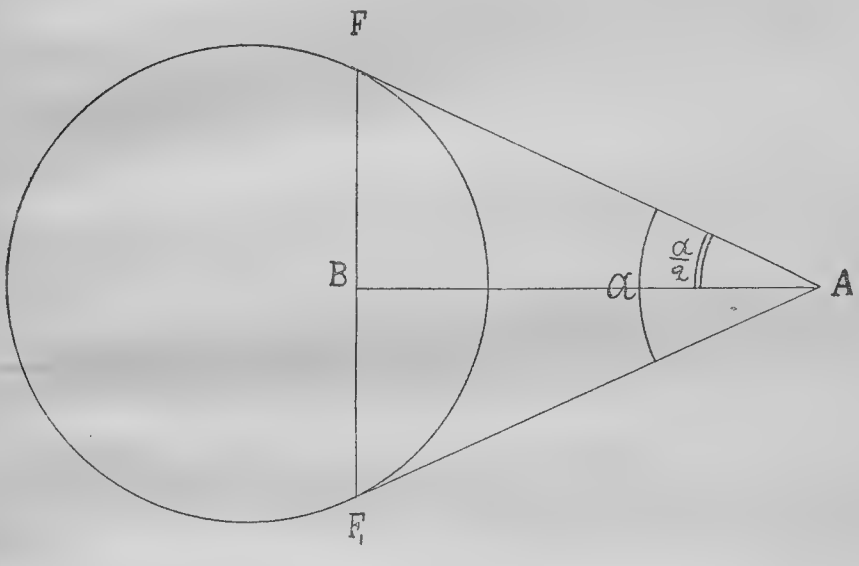
$$x = 0.$$

Откуда слѣдуетъ, что точка касанія касательной къ кругу встрѣчъ проходящей черезъ точку А, лежитъ на оси ординатъ.

Теперь не трудно показать, что подкасательная равна a,

Мы имѣли:

$$\frac{y}{y'} = \frac{a^2v_1^2 - 2av_1^2x - (v^2 - v_1^2)x^2}{-av_1^2 - (v^2 - v_1^2)x}$$



Черт. 6.

А такъ какъ по доказанному только-что x равенъ нулю, то и

$$\frac{y}{y'} = \frac{a^2v_1^2}{-av_1^2} = -a.$$

Словомъ мы доказали, что точка касанія лежитъ на оси ординатъ, а, слѣдовательно *перпендикуляръ, опущенный изъ точки касанія на ось абсциссъ, упадетъ въ точку B*, т. е. совпадетъ съ осью ординатъ. Соединивъ точки касанія касательной къ кругу встрѣчъ прямыми съ А и В получимъ два прямоугольныхъ треугольника FBA и F_1BA. (Черт. 6).

Посмотримъ теперь, какъ выражается предѣльный уголъ встрѣчъ въ функціи отъ извѣстныхъ намъ данныхъ.

Изъ прямоугольнаго треугольника FBA (или F_1BA) имѣемъ (черт. 4):

$$\text{Sin } (FAB) = \text{Sin } (F_1AB) = \text{Sin } \frac{\alpha}{2} = \frac{FB}{FA}$$

А такъ какъ точка F принадлежитъ къ кругу встрѣчъ, то $\frac{FB}{FA} = \frac{v_1}{v}$; слѣдовательно:

$$\text{Sin } \frac{\alpha}{2} = \frac{v_1}{v}$$

т. е. **синусъ половины предѣльнаго угла встрѣчъ есть отношеніе скоростей.**

А предѣльный уголъ встрѣчъ выразится такъ: $\alpha = 2 \text{ arc Sin } \frac{v_1}{v}$

Пользуясь только-что доказаннымъ, не трудно построить предѣльный уголъ встрѣчъ и кругъ встрѣчъ.

Построеніе это произведемъ слѣдующимъ образомъ:

Изъ точки B (черт. 7) на перпендикулярѣ къ AB отложимъ по обѣ стороны отрѣзки $HB = H_1B = v_1$, и изъ любой точки H или H_1 радіусомъ, равнымъ v, опишемъ дугу до пересѣченія ея съ прямой AB въ точкѣ L. Соединивъ L съ H и H_1, проведемъ параллельно HL и HL_1 прямыя AF и AF_1, которыя и будутъ сторонами предѣльнаго угла. Кругъ встрѣчъ построимъ такъ: возставивъ въ точкахъ F и F_1 перпендикуляры къ AF и AF_1, въ пересѣченіи ихъ съ продолженіемъ AB, въ точкѣ Q, получимъ центръ круга встрѣчъ, и тогда радіусомъ $R = QF = QF_1$, очертимъ окружность. Это и будетъ кругъ встрѣчъ. Доказать, что $\angle FAF_1$ будетъ предѣльнымъ угломъ встрѣчъ можно такъ: изъ прямоугольныхъ треугольниковъ HBL и H_1BL имѣемъ:

$$\text{Sin } (BLH) = \text{Sin } (BLH_1) = \frac{HB}{HL} = \frac{v_1}{v} = \text{Sin } \frac{\alpha}{2}$$

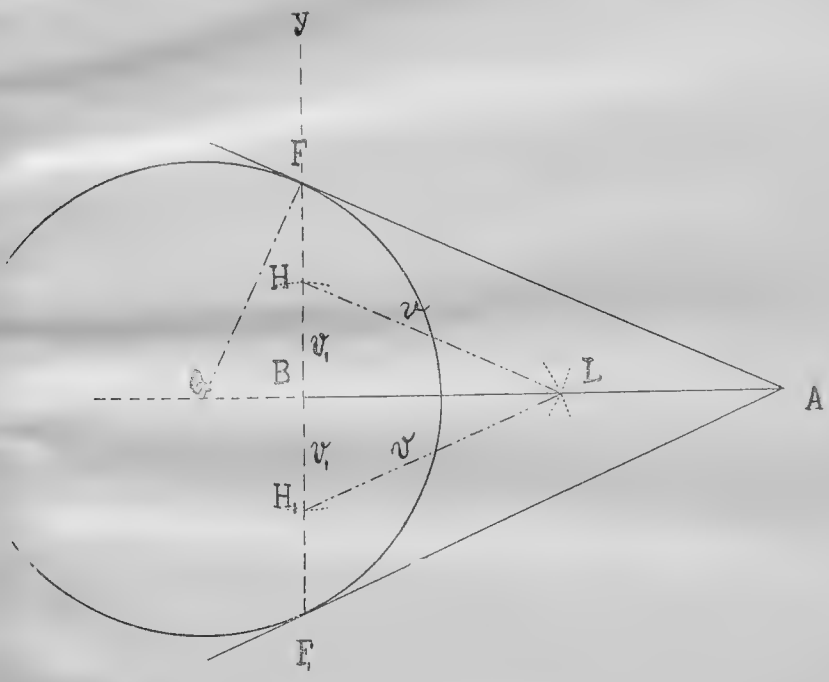
Но, вслѣдствіе параллельности прямыхъ FA и HL, F_1A H_1L, углы FAB и F_1AB равны по соотвѣтственности угламъ

HLB и H_1LB, а по доказанному только-что Sinus каждаго ь этихъ послѣднихъ есть $\mathrm{Sin}\frac{\alpha}{2}$

Слѣдовательно:

$$\mathrm{Sin}\ (FBA) = \mathrm{Sin}\ (E_1BA) = \mathrm{Sin}\frac{\alpha}{2},\ \text{а}\ \angle FAF_1 = \alpha.$$

Т. е. полученный построеніемъ уголъ есть предѣльный олъ встрѣчъ, а, слѣдовательно, и окружность будетъ кру- ит встрѣчъ.



Черт. 7.

Теперь перечислимъ все то, что мы получили путемъ слѣдованія.

1) Точки возможныхъ встрѣчъ двухъ эскадръ, или двухъ раблей, не мѣнявшихъ съ момента выхода въ море курса и рости, представляютъ собою геометрическое мѣсто точекъ, ношеніе разстояній отъ которыхъ до отшедшихъ пунктовъ

обоихъ кораблей или эскадръ, равно отношенію скоростей послѣднихъ.

2) Это геометрическое мѣсто точекъ есть окружность, называемая **кругомъ встрѣчъ.** Внѣ этого круга встрѣчи происходить не могутъ.

3) Одна изъ точекъ пересѣченія круга встрѣчъ съ прямой соединяющей отшедшіе пункты эскадръ, или кораблей. лежитъ между этими пунктами, а другая—всегда за отшедшимъ пунктомъ непріятеля на продолженіи прямой, соединяющей оба пункта.

4) Радіусъ круга встрѣчъ равенъ дроби, числитель которой есть произведеніе разстоянія между отшедшими пунктами и скоростей обѣихъ эскадръ, или кораблей, а знаменатель—разность квадратовъ скоростей.

5) Центръ круга встрѣчъ лежитъ на прямой, соединяющей оба пункта отшествія, продолженной за пунктъ отшествія непріятеля, и удаленъ отъ него на разстояніе, равное дроби, числитель коей есть произведеніе разстоянія между пунктами отшествія и квадрата скорости непріятеля, а знаменатель—разность квадратовъ скоростей.

6) Уголъ, составленный касательными къ кругу встрѣчъ, проведенными черезъ отшедшій пунктъ непріятеля есть предѣльный уголъ встрѣчъ. Внѣ его (если обѣ эскадры, или оба корабля съ момента выхода въ море курса или скорости не мѣняли и при томъ вышли въ море одновременно) встрѣчи происходить не могутъ.

7) Синусъ половины предѣльнаго угла встрѣчъ есть отношеніе скоростей эскадръ или судовъ.

Остается использовать этотъ матеріалъ въ цѣляхъ практическихъ, что мы и попробуемъ сейчасъ сдѣлать.

Вліяніе скоростей на успѣхъ при розысканіи непріятеля въ морѣ.

Разсмотримъ, какъ вліяютъ на успѣхъ развѣдки величины a, v и v_1.

252

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Стран.

Общія условія встрѣчи двухъ эскадръ или кораблей и изслѣдованіе этихъ условій. 2

Предѣльный уголъ встрѣчъ и его величина. 9

Вліяніе скоростей на успѣхъ при розысканіи непріятеля 16

Способъ предѣльнаго угла встрѣчъ. 18

Невозможность отысканія непріятеля въ самомъ общемъ случаѣ. Частные случаи 22

Предѣльное удаленіе развѣдчиковъ отъ А. Невозможность для непріятеля пройти незамѣченнымъ въ случаѣ перемѣны имъ курса и скорости 30

Таблица чиселъ развѣдчиковъ 37

Примѣненіе способа предѣльнаго угла встрѣчъ въ случаѣ опозданія выхода развѣдчиковъ 39

Преимущества способа предѣльнаго угла встрѣчъ передъ другими способами. Сравненіе со способомъ капитана Виньо. 42

Общій ходъ рѣшенія задачъ на развѣдочную службу способомъ предѣльнаго угла встрѣчъ. 51

Таблица длины половины дугъ, ограничивающихъ возможное удаленіе развѣдчиковъ отъ А. 54

Мы имѣли раньше: $R = \frac{a\,vv_1}{v^2 - v_1^2}$. Очевидно, что чѣмъ меньше R, тѣмъ меньше и площадь круга встрѣчъ, а, слѣдовательно, и *районъ возможныхъ встрѣчъ меньше*; послѣднее же несомнѣнно облегчаетъ задачу отысканія въ морѣ непріятеля, такъ какъ искать его въ этомъ случаѣ придется на меньшемъ пространствѣ.

Посмотримъ при какихъ условіяхъ R уменьшается.

Приведенная формула непосредственно говоритъ намъ лишь то, что R прямо пропорціоналенъ a, т. е. разстоянію между отшедшими пунктами непріятеля и развѣдчиковъ. Для того, чтобы увидѣть вліяніе на R величинъ v и v_1, придется нѣсколько видоизмѣнить формулу.

Сдѣлаемъ это такъ.

Пусть $\frac{v}{v_1} = q$; тогда $v = v_1 q$

Подставляя въ формулу, получимъ:

$$R = \frac{aq}{q^2 - 1} = \frac{a}{q - \frac{1}{q}}$$

Отсюда уже ясно, что *чѣмъ больше q, тѣмъ больше значеніе знаменателя дроби, а, слѣдовательно, тѣмъ меньше значеніе R.* Т. е. чѣмъ больше отношеніе скорости развѣдчиковъ къ скорости непріятеля, тѣмъ меньше районъ возможныхъ встрѣчъ.

Другими словами: **при наибольшемъ преобладаніи скорости развѣдчиковъ надъ скоростью непріятеля искать послѣдняго придется на наименьшемъ пространствѣ, что является гарантіей наибольшаго успѣха.**

Это положеніе, очевидно остается справедливымъ для любого способа развѣдки.

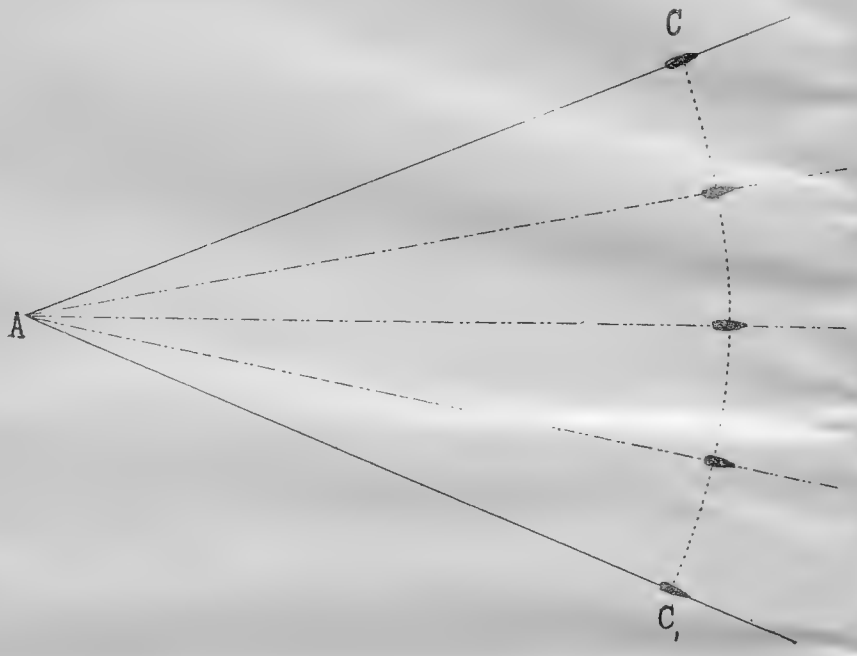
Отсюда логически вытекаетъ слѣдующее положеніе:

Въ развѣдочной службѣ одинъ быстроходный развѣдчикъ равноцѣненъ нѣсколькимъ, обладающимъ средней скоростью хода.

БИБЛІОТЕКА
ВМФ
Филиал Центральной ВМБ
569

Способъ предѣльнаго угла встрѣчъ.

Пользуясь предѣльнымъ угломъ встрѣчъ, можно примѣнить при достаточномъ числѣ развѣдчиковъ слѣдующій способъ для отысканія въ морѣ непріятеля:



Черт. 8.

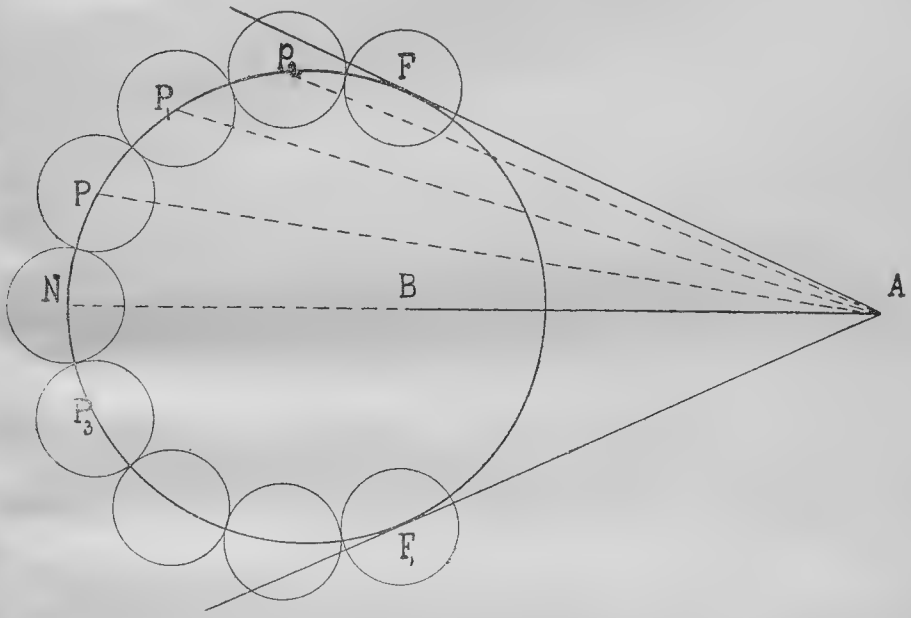
Построивъ предѣльный уголъ встрѣчъ для скоростей непріятеля и нашихъ развѣдчиковъ, раздѣлимъ его на нѣсколько равныхъ угловъ по числу развѣдчиковъ, имѣющихся у насъ и уменьшенному на одного, и отправимъ каждаго отдѣльнаго развѣдчика по сторонѣ каждаго изъ получившихся отъ дѣленія угловъ. (Черт. 8).

Ясно, что всѣ они должны идти съ общей скоростью, для которой былъ построенъ предѣльный уголъ.

Изслѣдуемъ теперь вопросъ, возможно ли на практикѣ отыскать подобнымъ способомъ непріятеля и, при какихъ

условіяхъ это достижимо. Посмотримъ также, какъ велико должно быть число развѣдчиковъ для того, чтобы непріятель не могъ пройти незамѣченнымъ.

На основаніи доказаннаго раньше, встрѣча развѣдчика съ непріятелемъ можетъ произойти только на кругѣ встрѣчъ (при условіи, конечно, что и непріятель и развѣдчики вышли въ море одновременно и ни курса ни скорости не мѣняли).



Черт. 9.

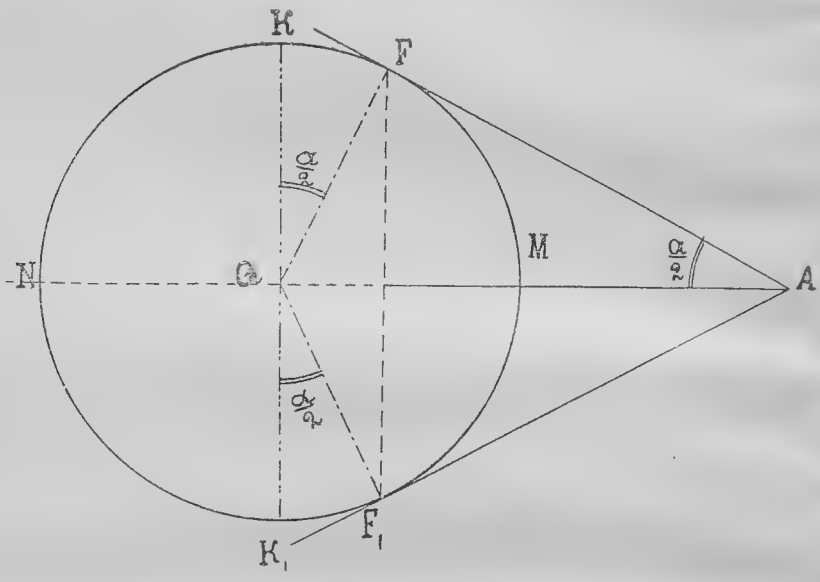
Пусть одинъ изъ развѣдчиковъ пришелъ на кругъ встрѣчъ въ точку P (черт. 9). Очевидно, что непріятеля онъ можетъ замѣтить не только непосредственно въ точкѣ P, но и вообще въ другихъ точкахъ, удаленныхъ отъ P на разстояніе, не превышающее предѣловъ видимости непріятеля въ морѣ. Обозначимъ предѣлъ видимости корабля въ морѣ буквою ρ. Чтобы не оставлять на дугѣ круга встрѣчъ FNF_1 необслѣдованнаго пространства, слѣдующій развѣдчикъ, долженъ

*

придти на кругъ встрѣчъ въ точку P_1, отстоящую отъ P на разстояніе, равное 2ρ, т. е. удвоенному предѣлу видимости.

Сосѣдній развѣдчикъ, въ свою очередь, долженъ придти на кругъ встрѣчъ въ точку P_2, отстоящую отъ P_1 на то же разстояніе, и т. д.

При соблюденіи этого условія ни одна точка круга встрѣчъ не останется необслѣдованной.



Черт. 10.

Изъ чертежа видно, что число развѣдчиковъ, необходимое для этого, должно быть равно длинѣ дуги FNF_1 (черт. 9), дѣленной на удвоенный предѣлъ видимости, и плюсъ единица.

Посмотримъ, какъ выразить длину дуги FNF_1 въ функціи отъ величинъ, намъ извѣстныхъ. Обратимся къ чертежу (черт. 10).

Проведемъ діаметръ круга встрѣчъ KK_1 перпендикулярный къ AN. Этимъ діаметромъ дуга FNF_1 раздѣлится на три части, изъ которыхъ $KNK_1 = \pi$. Слѣдовательно изъ чертежа

мы можемъ написать (принимая $R = 1$): дуга $FNF_1 = \pi + 2KF$ (такъ какъ $KF = K_1F_1$).

Но дуга KF измѣряется угломъ FQK, который равенъ углу FAB, а такъ какъ по доказанному раньше

$$\text{Sin (FAB)} = \text{Sin}\frac{\alpha}{2} = \frac{v_1}{v}, \text{ то } KF = \text{arc Sin}\frac{v_1}{v}$$

Такимъ образомъ, мы въ правѣ написать

$$\smile FNF_1 = \pi + 2 \text{ arc Sin}\frac{v_1}{v}$$

А такъ какъ въ дѣйствительности R не есть единица, а равенъ: $\frac{a\,vv_1}{v^2 - v_1}$

$$\text{то и дуга } FNF_1 = \frac{a\,vv_1}{v^2 - v_1^2} \cdot (\pi + 2 \text{ arc Sin}\frac{v_1}{v}),$$

А полное число развѣдчиковъ, необходимое для отысканія непріятеля выразится формулой:

$$m = \frac{a\,vv_1}{v^2 - v_1^2} \cdot \frac{\pi + 2\,arc\,Sin\frac{v_1}{v}}{2\,\rho_1} + 1.$$

Раньше мы дѣлали обозначеніе $\frac{v}{v_1} = q$. При этомъ обозначеніи 2 arc Sin $\frac{v_1}{v}$ выразится, какъ 2 arc Sin $\frac{1}{q}$.

Вводя эти обозначенія въ формулу, выражающую полное число развѣдчиковъ, получимъ:

$$m = \frac{a}{q - \frac{1}{q}} \cdot \frac{\pi + 2\,arc\,Sin\frac{1}{q}}{2\,\rho} + 1.$$

На основаніи этой формулы мы можемъ сказать, что *m* тѣмъ меньше, чѣмъ больше *q*, т. е. *число развѣдчиковъ, посланныхъ въ предѣльномъ углѣ встрѣчи для отысканія непріятеля будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше преобладаніе ихъ скорости надъ скоростью непріятеля и, чѣмъ меньше разстояніе отъ A до B.*

Невозможность отысканія непріятеля въ самомъ общемъ случаѣ. Частные случаи.

Теперь посмотримъ, какъ велико будетъ число развѣдчиковъ, посланныхъ въ предѣльномъ углѣ встрѣчъ на поиски непріятеля, при наивыгоднѣйшихъ для нихъ условіяхъ, возможныхъ въ настоящее время.

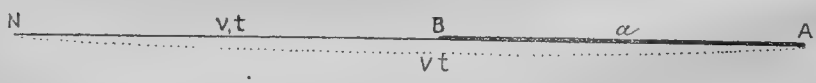
Наибольшая скорость развѣдчика, достижимая въ настоящее время, не превышаетъ 30-ти узловъ, а наименьшая скорость боевой эскадры около десяти узловъ. Такимъ образомъ будемъ считать, что при наивыгоднѣйшихъ для современныхъ развѣдчиковъ условіяхъ отношеніе скоростей $q = 3$.

Посмотримъ, каково будетъ наивыгоднѣйшее a.

Если задавать его себѣ заранѣе, то чѣмъ меньше его брать, тѣмъ, очевидно, меньшее число развѣдчиковъ намъ понадобится.

Значитъ намъ придется нѣсколько остановиться надъ величиною a.

Будемъ разсматривать вопросъ о числѣ развѣдчиковъ при томъ *max.* a, при которомъ тактическія соображенія позволяютъ идти на поиски непріятеля, преслѣдуя цѣль безусловно поймать его. Посмотримъ, каково же будетъ это a, позволяющее производить розысканіе въ морѣ непріятеля съ увѣренностью, что онъ будетъ найденъ. Для опредѣленія этого a возьмемъ тотъ случай, когда и непріятель и развѣдчикъ идутъ однимъ курсомъ.



Пусть одинъ изъ развѣдчиковъ, выйдя изъ A одновременно съ непріятелемъ, вышедшимъ изъ B, настигъ его въ точкѣ N.

При разсмотрѣніи вопроса о величинѣ a, при которомъ тактическія соображенія позволяютъ надѣяться на безусловное отысканіе непріятеля, это a представитъ собою функцію отъ

скоростей непріятеля и развѣдчика, и времени. Посмотримъ, какова это функція.

Если развѣдчикъ настигъ непріятеля въ точкѣ N, то путь перваго есть $AN = vt$, гдѣ t есть время, за которое развѣдчикъ прошелъ разстояніе AN. Для непріятеля путь $BN = v_1 t$ (гдѣ t есть, разумѣется, та же величина, что и для развѣдчика). Изъ чертежа $a = AN - BN$.

Подставляя значенія равныя, получимъ:

$$AN - BN = a = vt - v_1 t = (v - v_1)\, t.$$

Очевидно, что въ разсматриваемомъ вопросѣ за t мы будемъ брать то число часовъ, въ продолженіе которыхъ элементарныя тактическія соображенія позволяютъ продолжать поиски непріятеля; это число часовъ есть 14 (см. «Морск. спр. кн.» В. К. А. М. 1906 г. Развѣдочная служба).

Слѣдовательно въ данномъ вопросѣ $a = (v - v_1) \cdot 14$, гдѣ v и v_1, суть величины перемѣнныя независимыя.

Такъ выражается величина разстоянія между пунктами отшествія непріятеля и развѣдчиковъ, позволяющая надѣяться на безусловное отысканіе въ морѣ непріятеля въ самомъ общемъ случаѣ, но при достаточномъ числѣ развѣдчиковъ.

Перейдемъ къ максимуму a. Въ общемъ видѣ онъ выразится такъ:

$$a_{\max.} = (v - v_1)_{\max.} \cdot 14.$$

Но разность скоростей имѣетъ максимумъ при $v_{\max.}$ и $v_{1\,\min.}$, слѣдовательно:

$$a_{\max.} = (v_{\max.} - v_{1\,\min.}) \cdot 14.$$

Для современныхъ данныхъ максимумъ скорости развѣдчика есть 30 узловъ, а минимумъ скорости боевой эскадры около 10-ти узловъ. При такихъ условіяхъ:

$$a = (30 - 10) \cdot 14 = 280 \text{ миль.}$$

Слѣдовательно: если разстояніе межну пунктами отшествія непріятеля и развѣдчиковъ болѣе 280-ти миль, то въ общемъ случаѣ разсчитывать на безусловное отысканіе перваго нельзя, даже если скорость развѣдчиковъ — 30 узловъ, — время не позволитъ этого сдѣлать.

Если же скорость развѣдчиковъ меньше 30-ти узловъ, то и подавно нельзя разсчитывать на возможность успѣха.

Отыскать непріятеля при условіи; что $a > 280$ миль, можно лишь въ частныхъ случаяхъ, равно какъ и при $q < 3$, если a не будетъ соотвѣтственно меньше 280-ти миль.

Установивъ, *max.* a, позволяющій отыскать непріятеля, обратимся къ первоначальному вопросу о числѣ развѣдчиковъ, необходимомъ для отысканія непріятеля въ морѣ.

Посмотримъ, какъ велико это число при наивыгоднѣйшихъ для современныхъ развѣдчиковъ условіяхъ. Таковыя условія опредѣляются выраженіями:

$$a < 280 \text{ и } q = 3.$$

Мы имѣли раньше:

$$m = \frac{a}{q - \frac{1}{q}} \cdot \frac{\pi + 2\,arc\,\mathrm{Sin}\,\frac{1}{q}}{2\rho} + 1.$$

Полагая $\rho = 15$ миллямъ и подставляя вмѣсто a — 280, а вмѣсто q — 3 получимъ:

$$m = \frac{280}{3 - \frac{1}{3}} \cdot \frac{\pi + 2\,arc\,\mathrm{Sin}\,\frac{1}{3}}{2.\ 15.} + 1.$$

Но arc Sin $\frac{1}{3}$ = arc Sin (0,333. . .), а 2 arc Sin $\frac{1}{2} = 0{,}681$.

Слѣдовательно:

$$m = \frac{280.3}{8} \cdot \frac{3{,}823}{30} + 1 = 14.$$

Т. е. при наивыгоднѣйшихъ для современныхъ развѣдчиковъ условіяхъ и при разстояніи между пунктами отшествія въ 280 миль число развѣдчиковъ для безусловнаго отысканія непріятеля должно быть не меньше **четырнадцати**, и только тогда непріятель не можетъ пройти незамѣченнымъ.

Если при наивыгоднѣйшихъ для развѣдчиковъ условіяхъ число первыхъ доходитъ до 14-ти, то въ самомъ общемъ случаѣ ихъ будетъ и подавно больше, а слишкомъ большей развѣдочной эскадры не въ состояніи держать соединенно ни одинъ флотъ въ мірѣ.

Кромѣ того, возрастающая съ каждымъ годомъ скорость линейныхъ кораблей дѣлаетъ невозможнымъ условіе $q = 3$, такъ какъ скорость строящихся въ данное время развѣдчиковъ не можетъ по техническимъ условіямъ возрастать пропорціонально скорости боевыхъ судовъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ мы брали разстояніе между пунктами A и B, равнымъ 280-ти милямъ, для общаго же случая разстояніе это можетъ быть и больше 280-ти миль, а отношеніе скоростей, будучи меньше 3 требуетъ и меньшаго, чѣмъ 280 миль, a для безусловнаго отысканія въ морѣ непріятеля.

Словомъ, на практикѣ заданія a могутъ быть таковы, что въ 14 часовъ обслѣдовать весь районъ возможныхъ встрѣчъ нельзя, а отношеніе скоростей q можетъ требовать очень большаго числа развѣдчиковъ.

Уже при такихъ скоростяхъ, какъ $v = 25$ и $v_1 = 15$ (эти условія, вѣроятно, придется принять за среднія, стоящія ближе всего къ современнымъ скоростямъ непріятеля и развѣдчика) и при $a = 200$ милямъ понадобится 29 развѣдчиковъ.

Дѣйствительно:

$$m = \frac{200 - 15}{16} \cdot \frac{4{,}434}{30} + 1 = 29.$$

Вообще же слѣдующее положеніе надо принять за аксіому: *въ общемъ случаѣ, не удаляя чрезмѣрно развѣдчиковъ отъ*

эскадры, невозможно найти непріятеля въ открытомъ морѣ ни какимъ способомъ, если онъ удаляется отъ насъ, ибо время не позволитъ этого сдѣлать.

Обратимся къ частнымъ случаямъ.

Необходимо, однако, замѣтить, что частные случаи въ дѣйствительной обстановкѣ, въ которой придется отыскивать непріятеля, встрѣчаются гораздо чаще, чѣмъ случай общій. Можно даже сказать, что общій случай почти невозможенъ въ дѣйствительности. Мѣстныя условія, очертанія береговъ, условія момента и соображенія непріятеля,—все это оказываетъ всегда намъ услугу, облегчая намъ развѣдку и ограничивая на дѣлѣ районъ возможныхъ встрѣчъ. Наибольшую услугу въ этомъ отношеніи окажутъ намъ очертанія береговъ.

Всего легче показать это на частныхъ примѣрахъ.

Разберемъ три характерныхъ случая.

Случай I-й.

Если пунктъ отшествія непріятеля лежитъ на пространной береговой чертѣ, близкой къ прямой линіи, то она въ значительной степени ограничиваетъ районъ возможныхъ встрѣчъ, особенно если пунктъ отшествія развѣдчика лежитъ на противоположномъ берегу. (См. чертежъ случая 1-го).

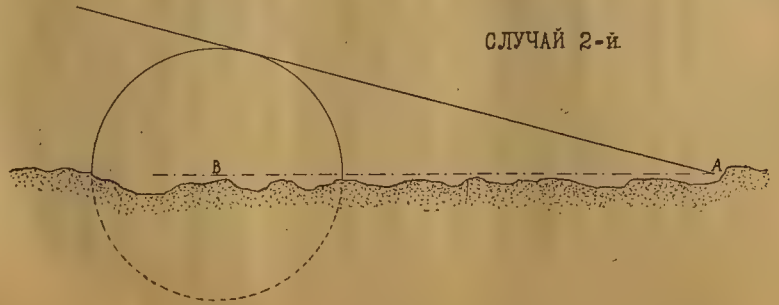
Ясно, что при наличіи такихъ данныхъ, намъ не придется обслѣдовать всего круга встрѣчъ (ибо большая часть его лежитъ на берегу), а достаточно будетъ ограничиться дугою FMF_1. Примѣняя для этого случая тотъ же выводъ, что и для дуги FNF_1, получимъ формулу числа развѣдчиковъ такую:

$$m = \frac{a}{q - \frac{1}{q}} \cdot \frac{\pi - 2 \operatorname{arc\,Sin} \frac{1}{q}}{2\rho} + 1.$$

Для данныхъ: $v = 25$, $v_1 = 15$, $a = 100$ и $\rho = 15$ получимъ число необходимыхъ развѣдчиковъ:

$$m = \frac{100.15}{16} \cdot \frac{3{,}142 - 1{,}291}{30} + 1 = 7.$$

СЛУЧАЙ 1-й
A
B
СЛУЧАЙ 3-й
A
B


СЛУЧАЙ 2-й
B
A

Случай II-й.

Пункты отшедшіе и непріятеля и развѣдчиковъ лежатъ на одной береговой чертѣ, близкой къ прямой линіи. (См. черт. случая II). Въ этомъ случаѣ придется обслѣдовать половину большей дуги (FNF_1) круга встрѣчъ, а при недостаткѣ развѣдчиковъ или при большомъ a половину меньшей дуги (FMF_1), пользуясь для этого формулой, выведенной для случая I-го.

Случай III-й.

Береговая полоса у пункта отшествія непріятеля образуетъ уголъ. Въ этомъ случаѣ непріятель будетъ стѣсненъ съ двухъ сторонъ, благодаря чему районъ возможныхъ встрѣчъ будетъ сильно ограниченъ.

Разберемъ этотъ случай при наличіи данныхъ, имѣющихъ большой интересъ для настоящаго времени.

Допустимъ, что по телеграфу мы получили извѣстіе изъ Константинополя, что непріятельскій флотъ проходитъ Босфоръ, направляясь къ выходу въ Черное море.

Имѣя семь развѣдчиковъ, обладающихъ 25-ти узловымъ ходомъ, и пославъ ихъ въ предѣльномъ углѣ встрѣчъ, принимая скорость непріятеля — 10 узловъ, мы съ увѣренностью можемъ сказать, что только туманъ или ночное время могутъ помѣшать намъ найти непріятеля.

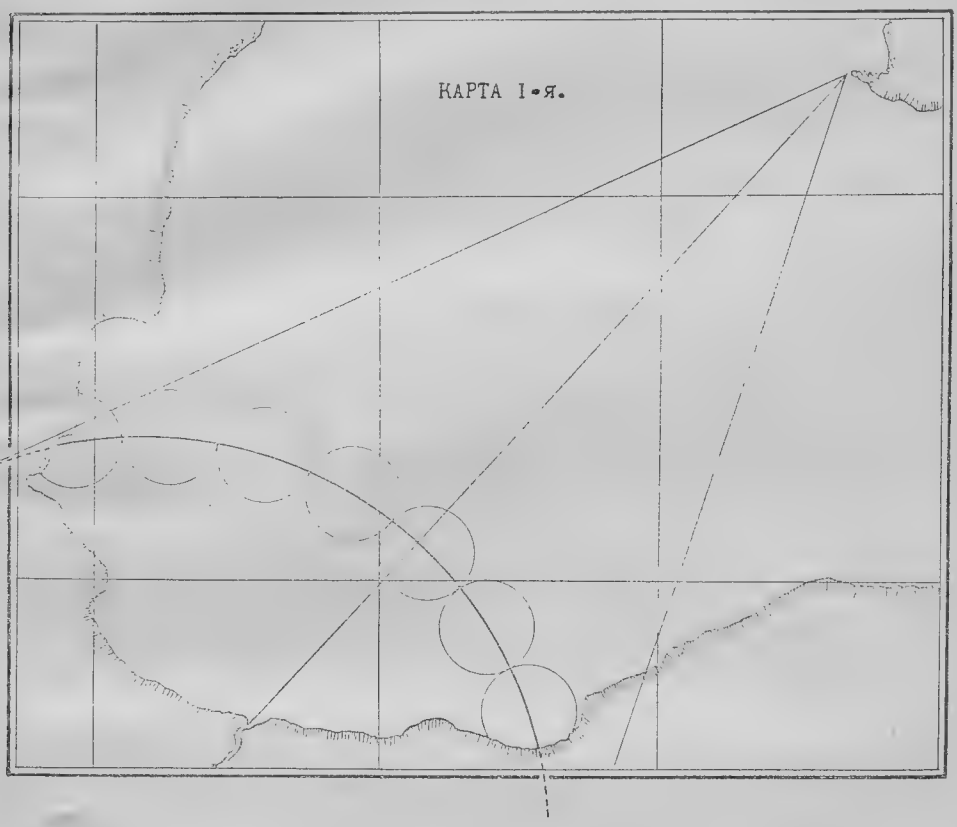
Разбирая этотъ случай теоретически, мы увидимъ, что по формулѣ понадобится 11 развѣдчиковъ для отысканія непріятеля.

Имѣемъ: $a = 290$, $v = 25$ и $v_1 = 10$

$$m = \frac{290.10}{21} \cdot \frac{\pi - 2 \arcsin (0{,}4)}{30} + 1 = 11.$$

Теперь обратимся къ картѣ Чернаго моря. Строимъ указаннымъ раньше способомъ предѣльный уголъ встрѣчъ и кругъ встрѣчъ.

Переведемъ рядъ касательныхъ другъ къ другу окружностей діаметра, равнаго $2\rho = 2.15 = 30$ милямъ *), такъ, чтобы центры ихъ лежали на дугѣ круга встрѣчъ, и чтобы эти окружности не заходили за береговую черту.



Начнемъ строить эти окружности отъ маяка Эмине (приблизительно), такъ какъ дуга круга встрѣчъ пройдетъ около. Построивъ эти окружности, мы увидимъ, что ихъ будетъ не больше *семи*, а, слѣдовательно, и число развѣдчиковъ, необходимое для отысканія непріятеля не больше *семи*.

(Это построеніе показано на прилагаемой картѣ).

---

*) О величинѣ ρ см. ниже.

Кромѣ всего сказаннаго ранѣе о невозможности отысканія въ морѣ непріятеля въ общемъ случаѣ, мы должны еще принять во вниманіе, что цѣль развѣдки—извѣщать эскадру о непріятелѣ заблаговременно, поэтому, если курсъ его проложенъ такъ, что онъ удаляется отъ эскадры, то развѣдчикамъ и нѣтъ необходимости отыскивать его,—въ этомъ случаѣ назначеніе развѣдки сведется къ тому, чтобы убѣдиться не направляется ли непріятель къ нашимъ главнымъ силамъ.

Поэтому въ огромномъ большинствѣ случаевъ намъ придется обслѣдовать лишь меньшую дугу круга встрѣчъ—FMF_1, т. е. при опредѣленіи числа развѣдчиковъ руководствоваться формулой:

$$m = \frac{a}{q - \frac{1}{q}} \cdot \frac{\pi - 2arc\,\mathrm{Sin}\frac{1}{q}}{2\rho} + 1$$

Предѣльное удаленіе развѣдчиковъ отъ A. Число развѣдчиковъ. Невозможность для непріятеля пройти незамѣченнымъ даже въ случаѣ перемѣны имъ курса и скорости.

Итакъ мы вывели и разсмотрѣли формулу, выражающую необходимое число развѣдчиковъ для того, чтобы непріятель не могъ пройти незамѣченнымъ. Формула эта послужила намъ главнымъ образомъ для изслѣдованія вопроса о числѣ развѣдчиковъ и возможности отысканія непріятеля при современныхъ данныхъ способомъ предѣльнаго угла встрѣчъ. Но для практическихъ рѣшеній задачъ на развѣдочную службу формула эта мало примѣнима.

Дѣйствительно, примѣняя на практикѣ тѣ основанія, которыя послужили намъ для вывода формулы, мы будемъ въ затрудненіи, какъ проложить курсъ каждаго развѣдчика въ отдѣльности.

Вѣдь мы выводили формулу $m = \frac{a}{q - \frac{1}{q}} \cdot \frac{\pi - 2arc\,\mathrm{Sin}\frac{1}{q}}{2\rho} + 1$

въ томъ предположеніи, что развѣдчики приходятъ на дугу круга встрѣчъ FNF_1 (черт. 9) — или FMF_1, въ зависимости отъ знака ($\pm$) передъ 2 arc $\mathrm{Sin}\,\frac{1}{q}$ — въ точки, удаленныя другъ отъ друга на разстояніе $2\,\rho$.

При этомъ условіи развѣдчики не могутъ идти по сторонамъ угловъ, получившихся отъ дѣленія предѣльнаго угла встрѣчъ на $m-1$. А мы какъ разъ предложили въ способѣ предѣльнаго угла встрѣчъ, раздѣливъ этотъ уголъ на $m-1$, пустить развѣдчиковъ по сторонамъ малыхъ угловъ, получившихся отъ дѣленія. (Черт. 8).

Сравнивая чертежи 8 и 9, мы ясно увидимъ разницу между курсами развѣдчиковъ въ томъ и другомъ случаяхъ.

Очевидно, что, если мы, отправивъ развѣдчиковъ по сторонамъ малыхъ угловъ, получившихся отъ дѣленія предѣльнаго угла на $m-1$, не дадимъ этимъ возможности непріятелю пройти незамѣченнымъ, то никакихъ затрудненій относительно курсовъ развѣдчиковъ быть не можетъ.

Разсмотримъ поэтому можетъ ли непріятель пройти незамѣченнымъ, если мы отправимъ развѣдчиковъ, какъ это указано на чертежѣ 8. Ясно, что этого не случится, такъ какъ *до нѣкотораго удаленія отъ точки A* развѣдчики будутъ представлять собою сплошную цѣпь, черезъ которую непріятель не можетъ проскочить незамѣтно. Мы говоримъ только *до нѣкотораго удаленія* по нижеслѣдующимъ основаніямъ.

По выходѣ изъ А развѣдчики (черт. 8) будутъ первоначально отстоять одинъ отъ другого на очень незначительномъ разстояніи, которое будетъ увеличиваться пропорціонально времени по мѣрѣ удаленія отъ А, и наконецъ разойдутся между собою на разстояніе, превышающее $2\,\rho$. Съ этого момента непріятель уже получаетъ возможность пройти между двумя какими-нибудь развѣдчиками незамѣтно для нихъ.

Зададимся поэтому вопросомъ, въ какомъ удаленіи отъ A будутъ находиться развѣдчики въ тотъ моментъ, когда разстояніе между ними станетъ какъ разъ равнымъ 2ρ. *Очевидно, что это удаленіе и будетъ для развѣдчиковъ предѣльнымъ*, ибо дальше посылать ихъ можно лишь съ оговоркой, что они могутъ и не замѣтить непріятеля при нѣкоторыхъ курсахъ послѣдняго.

Посмотримъ, какъ велико это предѣльное удаленіе.

Во всякій моментъ по выходѣ изъ A развѣдчики будутъ находиться на дугѣ круга радіуса, равнаго vt, гдѣ t есть промежутокъ времени, протекшій съ момента выхода развѣдчиковъ въ море до даннаго момента.

Пусть дуга CC_1 (черт. 8) будетъ той дугой, на которой находятся развѣдчики въ тотъ моментъ, когда разстояніе между ними достигнетъ величины 2ρ. Изъ чертежа видно, что длина этой дуги равна произведенію: $(m-1).\ 2\rho$. Но съ другой стороны длина этой дуги есть произведеніе радіуса ея AC и $2\ \text{arc Sin}\frac{1}{q}$, такъ какъ мы знаемъ, что $\angle\ CAC_1$, какъ предѣльный уголъ встрѣчъ, есть $2\ \text{arc Sin}\frac{1}{q}$

Слѣдовательно для того момента, когда разстояніе между развѣдчиками станетъ равнымъ 2ρ, мы въ правѣ написать:

$$(m-1)\ .\ 2\rho = \text{AC}.\ 2\ arc\ \text{Sin}\frac{1}{q}$$

Откуда:

$$\text{AC} = \frac{(m-1).\rho}{arc\ \text{Sin}\frac{1}{q}}$$

Т. е. *пройдя отъ A разстояніе, равное дроби, числитель коей есть произведеніе числа развѣдчиковъ, уменьшенное на одного, и предѣла видимости корабля въ морѣ, а знаменатель* — $\text{arc Sin}\frac{1}{q}$, *развѣдчики будутъ удалены одинъ отъ другого на разстояніе, равное* 2ρ.

Эта формула можетъ служить намъ для сужденія о возможности при наличномъ числѣ развѣдчиковъ отыскать непріятеля.

Примѣръ. Отъ А до В, лежащихъ на одной береговой портѣ, разстояніе 120 миль. Въ А при эскадрѣ находится пять эскадренныхъ миноносцевъ, обладающихъ 20-ти узловымъ ходомъ. Достаточно ли этихъ пяти миноносцевъ для отысканія вышедшаго изъ В непріятеля, максимумъ скорости котораго, какъ намъ извѣстно, есть 10 узловъ.

Для рѣшенія этого вопроса опредѣлимъ по формулѣ величину предѣльнаго удаленія развѣдчиковъ—АС. При этомъ необходимо замѣтить, что непосредственно по формулѣ мы получимъ не АС, а его половину, такъ какъ изъ условій заданія вытекаетъ необходимость обслѣдованія лишь половины предѣльнаго угла встрѣчъ.

Если АС, опредѣленное по формулѣ, окажется меньше 120-ти миль, то на заданный вопросъ мы можемъ отвѣтить лишь отрицательно.

Итакъ имѣемъ: $m-1=4$; arc $\mathrm{Sin}\frac{1}{q}=0{,}632$, а для эскадренныхъ миноносцевъ ρ можно считать въ 10 миль.

$$\frac{AC}{2}=\frac{4\,.\,10}{5{,}623}=63{,}3.$$

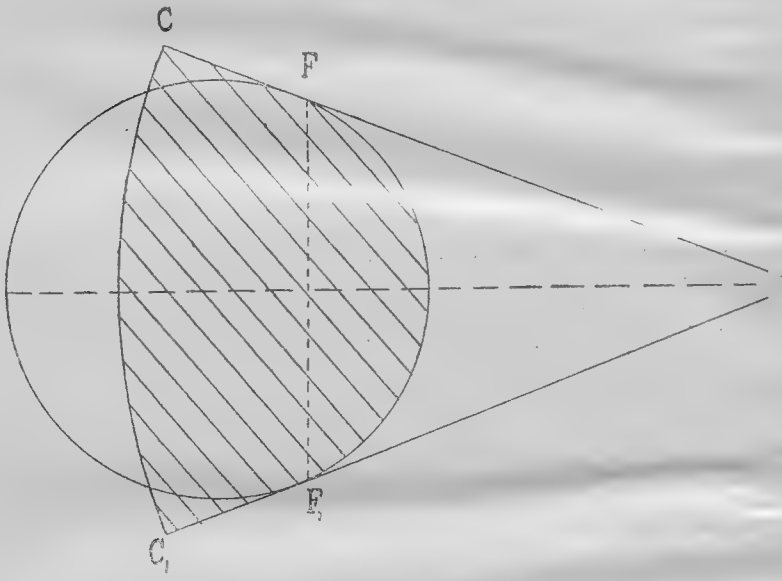
а $AC=126{,}6$ миль.

Т. е. пяти миноносцевъ достаточно въ данномъ случаѣ для отысканія непріятеля.

Теперь покажемъ, что при извѣстныхъ условіяхъ непріятель не можетъ пройти для развѣдчиковъ, посланныхъ въ предѣльномъ углѣ встрѣчъ, незамѣченнымъ, **хотя бы и мѣнялъ свою скорость и свой курсъ.**

Если мы построимъ предѣльный уголъ встрѣчъ для наибольшей скорости, которую можетъ развить непріятель, то вся-

кая другая его скорость, какъ меньшая, а равно и перем
курса, повлечетъ за собою потерю для непріятеля време
вслѣдствіе чего онъ придетъ на кругъ встрѣчъ позднѣе
вѣдчиковъ т. е. будетъ находиться еще въ предѣльномъ у
встрѣчъ. А такъ какъ всякая точка предѣльнаго угла встр
безусловно будетъ обслѣдована совокупностью развѣдчиковъ
извѣстнаго удаленія (AC) ихъ отъ A, то *на площади уго
CFF_1C_1 (черт. 11) непріятель не можетъ пройти неза
ченнымъ развѣдчиками, хотя бы и мѣнялъ свою скорост
свой курсъ.*



Черт. 11.

Отсюда слѣдуетъ, что въ тѣхъ случаяхъ, когда намъ приде
считать курсъ и скорость непріятеля перемѣнными (а так
случаевъ въ дѣйствительной обстановкѣ большинство),
должны стремиться къ тому, чтобы увеличивать предѣльное у
леніе развѣдчиковъ AC, а тѣмъ самымъ дѣлать больш
площадь CFF_1C_1. А увеличить предѣльное удаленіе разв
чиковъ мы можемъ, увеличивъ число ихъ. Поэтому выраз

число развѣдчиковъ въ функціи отъ разстоянія. Раньше выводя величину предѣльнаго удаленія, мы имѣли:

$$AC.\ 2\ \text{arc Sin}\ \frac{1}{q} = (m-1).\ 2\rho$$

Рѣшая это уравненіе относительно m—1, получимъ:

$$m-1 = \frac{AC.\ arc\,Sin\ \frac{1}{q}}{\rho}$$

Этой формулой мы и будемъ пользоваться для рѣшенія задачъ на развѣдочную службу.

Для случаевъ 1-го и 3-го величина AC всегда опредѣляется заданіемъ. Для случая же 2-го мы должны стремиться къ тому, чтобы увеличить площадь обслѣдованія CFF_1C_1 и увеличивать разстояніе AC, насколько можетъ позволить число имѣющихся въ нашемъ распоряженіи развѣдчиковъ.

Укажемъ кстати на то обстоятельство, что для случая 2-го вычисленное по формулѣ m—1 должно быть уменьшено вдвое, такъ какъ обслѣдовать намъ приходится лишь половину предѣльнаго угла встрѣчъ.

Вмѣсто того, чтобы вычислять въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ число необходимыхъ развѣдчиковъ по формулѣ, можно пользоваться въ этихъ цѣляхъ приведенной ниже таблицей чиселъ развѣдчиковъ.

Въ первой вертикальной графѣ этой таблицѣ даны отношенія скоростей—q, служащія аргументомъ; вторая вертикальная графа даетъ намъ величины $\frac{1}{2}$ предѣльныхъ угловъ встрѣчъ въ градусахъ, а третья—величины тѣхъ же половинъ угловъ въ отвлеченныхъ числахъ. Слѣдующія графы даютъ намъ m—1 для разныхъ разстояній. Эти разстоянія и будутъ служить вторымъ входящимъ аргументомъ въ верхней горизонтальной графѣ.

Таблицей этой можно пользоваться, какъ для опредѣленія числа необходимыхъ развѣдчиковъ, такъ и обратно—для опредѣленія по числу имѣющихся развѣдчиковъ предѣльнаго

ихъ удаленія отъ А. При этомъ необходимо замѣтить, что для случая 2-го при опредѣленіи по таблицѣ числа развѣдчиковъ, полученный результатъ выборки необходимо уменьшать вдвое, такъ какъ обслѣдовать въ этомъ случаѣ приходится лишь половину предѣльнаго угла встрѣчъ, что требуетъ вдвое меньшяго числа развѣдчиковъ.

Къ вопросу о примѣненіи на практикѣ таблицъ мы еще вернемся, когда будемъ говорить объ общемъ ходѣ рѣшеній задачъ на развѣдочную службу.

Указанная нами таблица составлена для $\rho=15$ милямъ.

Поэтому, если ρ не равно 15-ти милямъ, то число развѣдчиковъ придется вычислять каждый разъ для имѣемаго ρ, помня, что m—1 обратно пропорціонально ρ.

Напримѣръ, если $\rho=10$-ти милямъ, то, найдя по таблицѣ число m—1, слѣдуетъ увеличить его въ полтора раза; если $\rho=30$-ти милямъ, то тогда m—1, полученное по таблицѣ, слѣдуетъ уменьшить въ два раза, и т. д.

Вообще относительно ρ, т. е. предѣла видимости корабля въ морѣ, необходимо сказать нѣсколько словъ.

Если принимать за ρ сумму дальностей видимыхъ горизонтовъ непріятеля и развѣдчика, то это не вполнѣ вѣрно, такъ какъ только теоретически можно утверждать, что непріятель замѣтенъ лишь съ такого разстоянія.

Взявъ, напримѣръ, высоту боевого марса большого корабля-развѣдчика (броненоснаго крейсера) за 70 футъ мы увидимъ, что дальность видимаго горизонта съ такого возвышенія будетъ равна: $1{,}15\sqrt{70}=9{,}6$ миль. Если будемъ считать высоту трубъ линейнаго корабля тоже за 70 футъ, то все, что находится выше трубъ, будетъ замѣтно съ марса развѣдчика на разстояніи, равномъ удвоенной дальности видимаго горизонта наблюдателя, возвышеніе глаза котораго 70 футъ.

Такимъ образомъ ρ т. е. разстояніе, съ котораго будетъ замѣтенъ рангоутъ непріятельскаго линейнаго корабля, будетъ таково:

$$\rho = 2.1{,}15.\sqrt{70} = 19{,}2 \text{ миль.}$$

Благодаря же невозможности добиться абсолютно бездымнаго горѣнія угля, всякій корабль съ марса, да пожалуй и съ мостика другого корабля будетъ замѣтенъ съ разстоянія превосходящаго 19 миль, разумѣется при благопріятныхъ метеорологическихъ данныхъ. Извѣстны, напримѣръ, случаи обнаруживанія непріятеля на разстояніи сорока миль.

Поэтому *вопросъ о величинѣ ρ можетъ выяснить лишь практика*, а пока мы будемъ брать ρ въ 15 миль, считая, что для большихъ крейсеровъ эта величина не меньше пятнадцати миль.

Кромѣ того, *вѣроятность, что непріятель пройдетъ какъ разъ посрединѣ между двумя развѣдчиками, т. е. отъ каждаго въ разстояніи ρ, настолько мала, что на практикѣ мы можемъ брать ρ значительно больше.*

Не слѣдуетъ однако забывать, что величина ρ всецѣло зависитъ отъ состоянія атмосферы и въ иныхъ случаяхъ бываетъ очень мала.

Таблица чиселъ развѣдчиковъ для разныхъ скоростей и разстояній.

При предѣлѣ видимости корабля въ морѣ въ 15 миль.

$\frac{v}{v_1} = q$	$\frac{\alpha}{2}$	arc Sin $\frac{1}{q}$	m — 1			
			100	150	200	250
1,40	45° 35′	0,7956	5	9	11	13
1,45	43° 35′	0,7607	5	8	10	13
1,50	41° 35′	0,7301	5	8	10	13
1,55	40° 10′	0,7010	5	7	10	12
1,60	38° 40′	0,6749	5	7	10	12
1,65	37° 20′	0,5516	5	7	9	11

$\frac{v}{v_1} = q$	$\frac{\alpha}{2}$	arc Sin $\frac{1}{q}$	m — 1			
			100	150	200	250
1,70	36° 05′	0,6298	4	7	8	11
1,75	34° 50′	0,6079	4	6	8	11
1,80	33° 45′	0,5890	4	6	8	10
1,85	32° 45′	0,5716	4	6	8	10
1,90	31° 43′	0,5541	4	6	8	10
1,95	30° 50′	0,5381	4	6	8	10
2,00	30° 00′	0,5236	4	5	8	10
2,05	29° 10′	0,5091	4	5	7	9
2,10	28° 25′	0,4960	4	5	7	9
2,15	27° 45′	0,4843	3	5	7	9
2,20	27° 00′	0,4727	3	5	7	8
2,25	26° 25′	0,4611	3	5	7	8
2,30	25° 45′	0,4494	3	5	6	8
2,35	25° 10′	0,4392	3	5	6	8
2,40	24° 35′	0,4291	3	5	6	7
2,45	24° 05′	0,4203	3	5	6	7
2,50	23° 35′	0,4116	3	4	6	7
2,55	23° 05′	0,4029	3	4	6	7
2,60	22° 35′	0,3942	3	4	6	7
2,65	22° 10′	0,3869	3	4	5	7
2,70	21° 45′	0,3796	3	4	5	6
2,75	21° 20′	0,3723	3	4	5	6
2,80	20° 55′	0,3650	2	4	5	6
2,85	20° 50′	0,3645	2	4	5	6

Примѣненіе способа предѣльнаго угла встрѣчъ въ случаѣ опозданія выхода развѣдчиковъ.

До сихъ поръ мы разсматривали вопросъ объ отысканіи въ морѣ непріятеля предположительно, что и онъ и развѣдчики выходятъ въ море одновременно. На практикѣ, однако, возможны случаи, когда извѣстіе о выходѣ въ море непріятеля мы получаемъ уже послѣ того, какъ онъ вышелъ. Въ такихъ случаяхъ надо все-таки попытаться отыскать его. Можно заранѣе сказать, что этотъ случай потребуетъ увеличенія числа развѣдчиковъ.

Мы знаемъ, что $\mathrm{Sin}\,\frac{\alpha}{2}$ для данныхъ v и v_1 есть величина постоянная, отъ α независимая.

Представимъ себѣ, что развѣдчики по какимъ-либо причинамъ вышли изъ А не тотчасъ по полученіи извѣстія о выходѣ въ море непріятеля, или, что сообщеніе о выходѣ непріятеля, пришло съ опозданіемъ.

Если мы, хоть приблизительно, будемъ знать тѣ предѣлы, между которыми можетъ заключаться курсъ непріятеля или даже только направленіе, по которому первоначально пошелъ онъ, то намъ не трудно будетъ найти его.

Если же мы не будемъ обладать никакими свѣдѣніями о непріятелѣ, кромѣ извѣстія о его выходѣ, и очертанія береговъ не придутъ намъ на помощь, то число развѣдчиковъ придется увеличить для того, чтобы быть увѣреннымъ, что развѣдка не будетъ безрезультатной.

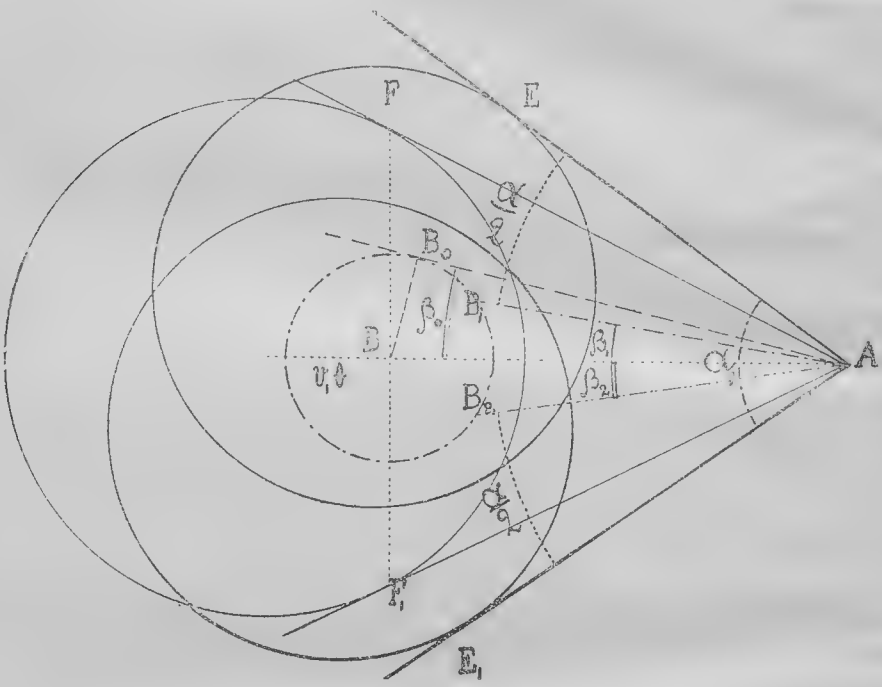
Покажемъ, что и при такихъ условіяхъ, если только не слишкомъ опоздаемъ съ выходомъ, и если позволить число имѣющихся у насъ развѣдчиковъ, мы можемъ найти непріятеля, ибо и въ этомъ случаѣ искать его придется на опредѣленномъ пространствѣ.

Для показанія этого изберемъ путь геометрическій (черт. 12).

Пусть развѣдчики вышли изъ А на θ часовъ позже непріятеля, вышедшаго изъ В. Въ моментъ выхода развѣдчиковъ

непріятель будетъ находиться въ одной изъ точекъ окружности, центръ которой есть B_1 а радіусъ равенъ $v_1\theta$. Пусть такой точкой будетъ B_1. Соединивъ ее съ А, построимъ кругъ встрѣчъ для B_1 и А.

Какъ мы уже сказали, $\mathrm{Sin}\frac{\alpha}{2}$ остается безъ измѣненія, ибо есть функція лишь v и v_1. Но на практикѣ обслѣдовать при-



Черт. 12.

дется намъ не уголъ α, а другой—α_1, такъ какъ положеніе точки B_1 намъ неизвѣстно, а, слѣдовательно, и построить на картѣ предѣльный уголъ встрѣчъ мы не можемъ. Непріятель можетъ находиться не только въ точкѣ B_1, но и во всякой другой точкѣ, лежащей по другую сторону отъ АВ, напримѣръ, въ точкѣ B_2. Соединивъ А съ B_2, построимъ кругъ встрѣчъ для этихъ точекъ. Проведемъ теперь изъ А касательныя къ кругамъ встрѣчъ, построеннымъ для AB_1 и AB_2.

Тогда получимъ уголъ $EAE_1 = \alpha$, въ которомъ намъ и придется искать непріятеля. Посмотримъ, какъ разнится отъ α уголъ EAE_1. Составленъ этотъ уголъ изъ двухъ угловъ: EAB и E_1AB. Каждый изъ этихъ послѣднихъ, какъ видно изъ чертежа, есть:

$$\angle\ EAB = \frac{\alpha}{2} + \beta_1 \text{ и } \angle\ E_1AB = \frac{\alpha}{2} + \beta_2$$

т. е. разнятся они отъ $\frac{\alpha}{2}$ одинъ на величину угла β_1, составленнаго прямыми B_1A и BA, а другой—на величину угла β_2, составленнаго прямыми B_2A и BA.

Слѣдовательно, называя $\angle\ EAE_1$ черезъ α_1, пишемъ:

$$\alpha_1 = \alpha + \beta_1 + \beta_2.$$

Посмотримъ, каковъ будетъ *max.* α_1.

$$\alpha_{1\ max.} = \alpha + \beta_{1\ max.} + \beta_{2\ max.}$$

А такъ какъ *max.* всякаго β есть уголъ β_0, составленный прямой BA и касательной AB_0, проведенной изъ A къ окружности, на которой находится непріятель черезъ θ часовъ по выходѣ изъ B, то мы можемъ написать:

$$\alpha_{1\ max.} = \alpha + 2\ \beta_0$$

Посмотримъ, какъ выражается уголъ β_0 въ функціи отъ величинъ намъ извѣстныхъ. Изъ прямоугольнаго треугольника BB_0A, имѣемъ:

$$\text{Sin}\ \beta_0 = \frac{BB_0}{AB}$$

$$\text{Но } AB = a \text{ и } BB_0 = v_1\theta.$$

Слѣдовательно:

$$\text{Sin}\ \beta_0 = \frac{v_1\theta}{a} \text{ и } \alpha_1 = \alpha + 2 \arcsin \frac{v_1\theta}{a}$$

Посмотримъ, насколько увеличится α при $a=200$, $v_1=10$ и $\theta=3$ часамъ.

$$\text{Sin } \beta_0 = \frac{10.3}{200} = 0{,}15.$$

Откуда $\beta_0 = 8°35_1$, а $2\beta_0 = 17°10$.

Для чего потребуются лишнихъ *четыре* развѣдчика.

Вообще же приближенная формула числа добавочныхъ развѣдчиковъ въ случаѣ опозданія выхода ихъ въ море будетъ такова:

$$p = 2\frac{v_1\theta}{\rho}$$

Формула эта для практическихъ рѣшеній задачъ болѣе чѣмъ достаточна.

Преимущества способа предѣльнаго угла встрѣчъ передъ другими способами. Сравненіе со способомъ капитана Виньо.

Преимущества способа предѣльнаго угла встрѣчъ передъ другими способами развѣдки заключаются въ его удобопримѣнимости при всякихъ условіяхъ, легкости примѣненія и безошибочности.

Остальные способы (Виньо, Тобелля) грѣшатъ противъ этого, а способъ адмирала Фурнье рѣдко когда можетъ быть примѣненъ на практикѣ, вслѣдствіе того, что требуетъ извѣстныхъ условій мѣстности, которыя въ дѣйствительной обстановкѣ не часты.

Чтобы показать преимущества нашего способа, сравнимъ его со способомъ Виньо, наиболѣе часто примѣнявшимся на маневрахъ.

Недостатки этого способа хорошо всѣмъ извѣстны, но мы все-таки перечислимъ ихъ.

«Способъ этотъ, безукоризненный въ теоріи, совершенно не приложимъ на практикѣ, если въ распоряженіи адмирала имѣется всего лишь одинъ развѣдчикъ.... Можно даже сказать

такъ: настолько мала вѣроятность, чтобы скорость противника была угадана, а затѣмъ, чтобы эта скорость и курсъ почему-либо не измѣнились, что развѣдчикъ, описывающій кривую погони, какъ-бы принимаетъ всѣ мѣры къ тому, чтобы не найти непріятеля».

Такой отзывъ даетъ Н. Л. Кладо объ этомъ способѣ въ «Развѣдочной службѣ» («Морская спр. кн.» В. К. А. М. 1906 г.).

Приведемъ дальнѣйшій отзывъ.

«Не надо только требовать отъ него (способа) больше, чѣмъ онъ, можетъ дать, стараясь уменьшить его недостатки, а также не надо забывать, что онъ все-таки даетъ извѣстныя логическія соображенія для отысканія непріятеля. Главный недостатокъ способа—полная неизвѣстность скорости непріятеля, но считая ее вѣроятной между извѣстными предѣлами, можно устранить этотъ недостатокъ, посылая нѣсколько крейсеровъ, каждый съ разсчетемъ на особую скорость противника».

Такимъ образомъ, оказывается, что способъ Виньо требуетъ такъ же нѣсколькихъ развѣдчиковъ, какъ и способъ предѣльнаго угла встрѣчъ.

Все дѣло въ томъ, какой изъ двухъ способовъ дастъ на практикѣ лучшіе результаты развѣдки.

Что касается «логическихъ соображеній для отысканія непріятеля», то способъ предѣльнаго угла встрѣчъ имѣетъ ихъ за собою больше, чѣмъ способъ Виньо, да и эти логическія соображенія основаны на математическомъ анализѣ, а потому и безошибочны.

Вопросъ о числѣ развѣдчиковъ, необходимомъ для отысканія непріятеля по способу Виньо надо считать невыясненнымъ, да и врядъ ли онъ можетъ быть рѣшенъ математическимъ путемъ.

Итакъ для насъ важенъ вопросъ, какой изъ двухъ способовъ развѣдки даетъ на практикѣ лучшіе результаты.

Лучшія результаты дастъ тотъ изъ способовъ, который позволитъ за одинъ и тотъ же промежутокъ времени и при одинаковой скорости развѣдчиковъ обслѣдовать большую пло-

щадь возможныхъ встрѣчъ съ непріятелемъ, и который будетъ чуждъ вліянія случайныхъ ошибокъ при примѣненіи на практикѣ, да и вообще всякихъ случайностей.

Въ этомъ отношеніи преимущество всегда останется на сторонѣ способа предѣльнаго угла встрѣчъ, и вотъ по какимъ основаніямъ.

1) Районъ возможныхъ встрѣчъ въ способѣ предѣльнаго угла встрѣчъ меньше, чѣмъ въ способѣ Виньо, и, кромѣ того, постояненъ (площадь фигуры CFF_1C_1, черт. 11), что даетъ больше шансовъ на успѣхъ, чѣмъ развѣдка вторымъ способомъ, въ которомъ районъ возможныхъ встрѣчъ всецѣло зависитъ отъ курса непріятеля.

2) Развѣдчики въ способѣ предѣльнаго угла встрѣчъ идутъ все время по прямымъ линіямъ, благодаря чему за одинъ и тотъ же промежутокъ времени этимъ способомъ достигается возможность обслѣдованія большаго пространства, чѣмъ въ пособѣ Виньо, такъ какъ въ послѣднемъ развѣдчики идутъ по кривымъ погони.

3) Вслѣдствіе невозможности для развѣдчика безпрерывно мѣнять курсъ, приходится замѣнять въ способѣ Виньо логариѳмическую спираль полигономъ, въ нее вписаннымъ,—этимъ мы уже допускаемъ нѣкоторую ошибку, которая въ связи съ ошибками, неизбѣжными при ежечасной перемѣнѣ курса, весьма чувствительно отзывается на результатѣ развѣдки.

4) Измѣненія непріятелемъ уже въ пути курса и скорости нисколько не вліяютъ на результатъ развѣдки способомъ предѣльнаго угла встрѣчъ, тогда какъ эти измѣненія при развѣдкѣ по способу Виньо, хотя бы и при наличіи нѣсколькихъ развѣдчиковъ, сводятъ попытки отысканія непріятеля къ безрезультатному выходу крейсеровъ въ море, что и показали маневры иностранныхъ флотовъ.

5) Въ способѣ предѣльнаго угла встрѣчъ не требуется сложныхъ построеній для каждаго отдѣльнаго развѣдчика,—построеніе для всѣхъ для нихъ общее, а слѣдовательно и не можетъ быть роковыхъ для развѣдки ошибокъ отдѣльныхъ лицъ.

6) Непріятель всегда можетъ уклониться отъ встрѣчи съ развѣдчиками, отыскивающими его по способу Вииьо, тогда какъ уклониться отъ развѣдчиковъ, направленныхъ въ предѣльномъ углѣ встрѣчъ, онъ ни коимъ образомъ не можетъ.

Чтобы наглядно показать преимущества способа предѣльнаго угла передъ способомъ Вииьо, рѣшимъ тѣмъ и другимъ способомъ одну и ту же задачу на развѣдочную службу.

Возмемъ для этого задачу X-ую изъ «Развѣдочной службы» («Морской спр. кн.» 1906 г.).

Задача эта по словамъ автора «Развѣдочной службы» взята изъ итальянскихъ маневровъ послѣднихъ лѣтъ и состоитъ въ слѣдующемъ:

Отрядъ изъ трехъ крейсеровъ и шести миноносцевъ поставилъ себѣ задачей выслѣдить эскадру, чтобы произвести противъ нея минную атаку.

При этомъ предполагается, что курсъ непріятеля заключается въ опредѣленномъ углѣ, а скорость колеблется отъ 7 до 12 узловъ. Желающихъ ознакомиться съ тѣмъ пріемомъ, который былъ примѣненъ на маневрахъ мы отсылаемъ къ указанному изданію, а сами приведемъ только отзывъ автора «Развѣдочной службы» объ этомъ пріемѣ.

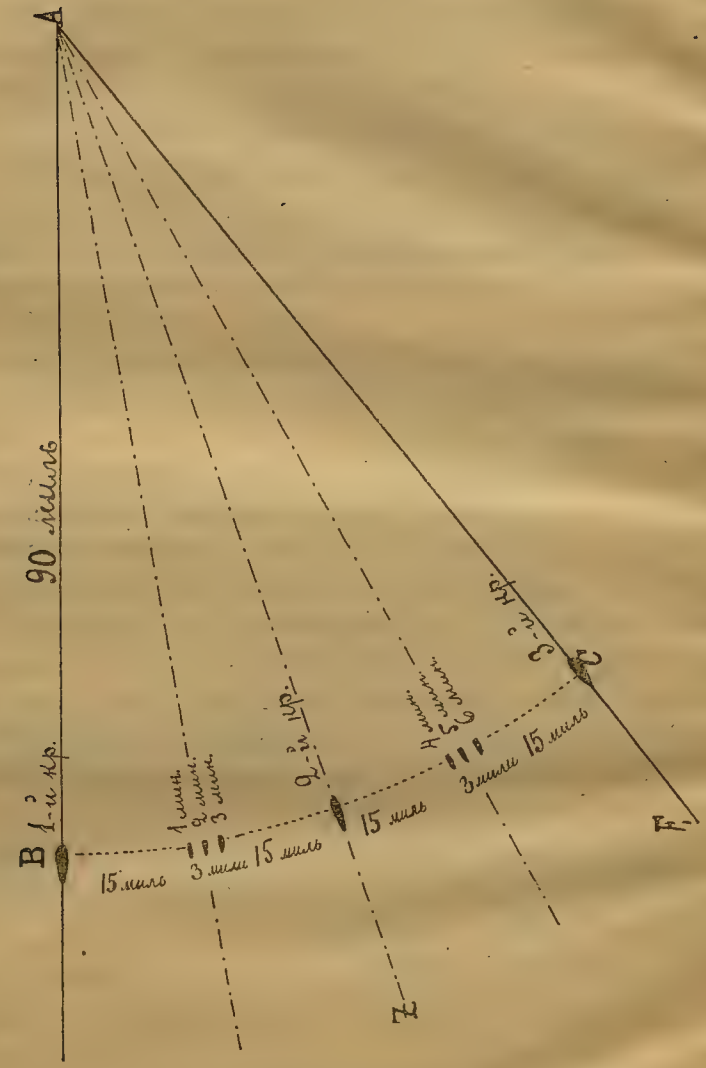
«Конечно это все довольно сложно и далеко не вѣрно, но въ виду неизвѣстности, что предпринять, не лучше ли руководиться хотя и далеко не точнымъ разсчетомъ, чѣмъ вполнѣ отдаться на волю слѣпого случая».

Попробуемъ теперь для даннаго случая примѣнить способъ предѣльнаго угла встрѣчъ и посмотримъ, заслуживаетъ ли онъ подобнаго отзыва.

Изъ условій заданія имѣемъ:

$$a = 90 \text{ милямъ}, \quad v = 18 \text{ и } v_1 = 12.$$

При этомъ ясно, что мы имѣемъ дѣло со «случаемъ 2-мъ», т. е. обслѣдовать намъ придется лишь половину предѣльнаго угла встрѣчъ. Благодаря преимуществамъ нашего способа, намъ не придется считаться съ тѣмъ угломъ, въ которомъ


A
90 миль
B 1-и кр.
1 мин.
2 мин.
3 мин.
15 миль
3 мили 15 миль
2-и кр.
4 мин.
5 мин.
3 мили 15 миль
15 миль
C 3-и кр.
D
Z

Черт. 13.

ключается курсъ непріятеля, мы, какъ видно будетъ дальше, ожемъ сдѣлать его больше 90°.

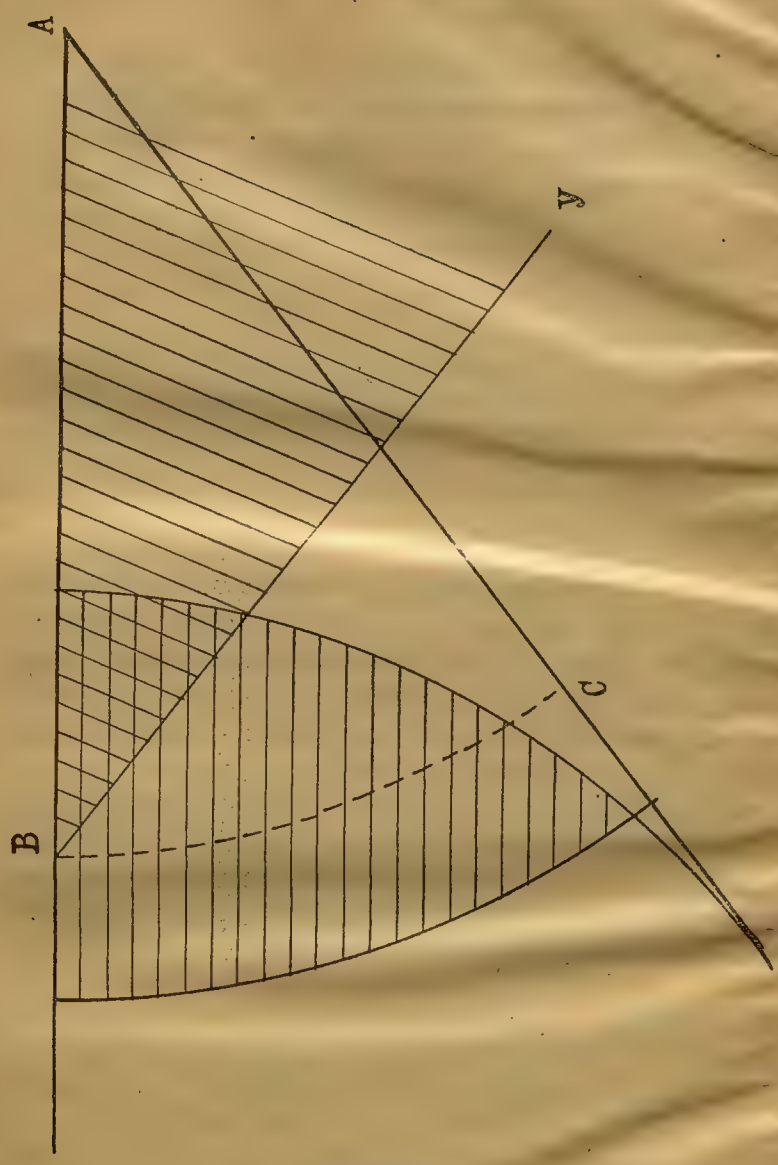
Построивъ половину предѣльнаго угла встрѣчъ BAF_1 ерт. 13), проведемъ бессектриссу его AZ, и отправимъ рейсера по сторонамъ его AB и AF_1 и по биссектриссѣ AZ. тношеніе скоростей $q = \frac{18}{12} = 1{,}50$; по этому отношенію айдемъ въ таблицѣ, приведенной ранѣе, что уголъ $\frac{\alpha}{2} = 41° 35'$ arc $\mathrm{Sin}\frac{1}{q} = 0{,}7301$.

Когда развѣдчики удалятся отъ A на разстояніе $a = 90$ миямъ т. е. когда крейсеръ, идущій по AB, придетъ въ точку B, лина дуги BC, на которой будутъ находиться развѣдчики, ыразится произведеніемъ: AB. arc $\mathrm{Sin}\frac{1}{q} = 90.0{,}7301$, т. е. удетъ равна 65—66 милямъ.

Выбрать по таблицѣ числа развѣдчиковъ, необходимаго данномъ случаѣ, мы не можемъ, такъ какъ таблица составлена я $\rho = 15$ милямъ, а для миноносца же ρ будетъ значиельно меньше. Но пославъ крейсера по сторонамъ угла BAC его биссектриссѣ, мы можемъ опредѣленно сказать, что на къ долю при обслѣдованіи дуги $BC = 66$ милямъ придется) миль (идущій по биссектриссѣ обслѣдуетъ по 15 миль обѣ ея стороны, т. е. 30 миль, а идущіе по сторонамъ ла по 15 миль въ предѣльномъ углѣ каждый, — всего же) миль). На долю миноносцевъ, такимъ образомъ, придется всего лишь 6 миль дуги для обслѣдованія.

Расположимъ миноносцы по три въ углахъ BAZ и F_1AZ къ, чтобы средніе изъ нихъ шли по биссектриссамъ угловъ AZ и F_1AZ, а крайніе были бы удалены отъ крейсеровъ разстояніе $\rho = 15$ милямъ. Тогда разстояніе между миносцами 1-мъ и 3-мъ, 4-мъ и 6-мъ будетъ всего лишь по и мили. Расположеніе кораблей ясно изъ чертежа 13-го.

При такомъ распредѣленіи непріятель не можетъ пройти замѣченнымъ.



Черт. 14.

Связь же развѣдчиковъ съ эскадрой можно считать въ настоящее время прочно установленной, благодаря безпроволочному телеграфу.

Если же мы пожелаемъ увеличить удаленіе развѣдчиковъ отъ А, то этого легко достигнуть, растянувъ разстояніе между миноносцами, насколько позволитъ только предѣлъ видимости корабля съ миноносца.

При такихъ данныхъ, какъ въ приведенной задачѣ можно не только найти непріятеля, какъ бы онъ ни мѣнялъ курса или скорости, но и легко прослѣдить за нимъ въ дальнѣйшемъ.

Теперь покажемъ наглядно то пространство, которое можетъ быть обслѣдовано способомъ предѣльнаго угла встрѣчъ, и то —, которое было обслѣдовано въ приведенной задачѣ въ «Морск. спр. книжкѣ» способомъ Виньо.

Первое представимъ на чертежѣ (см. черт. 14) заштрихованнымъ горизонтальными штрихами, а второе — наклонными.

Разница въ углѣ обслѣдованія ясно видна изъ этого чертежа.

Укажемъ кстати и на то обстоятельство, что при увеличеніи угла АВУ шансы на отысканіе непріятеля по способу Виньо уменьшаются, тогда какъ способъ предѣльнаго угла встрѣчъ позволяетъ при тѣхъ же данныхъ сдѣлать этотъ уголъ больше 90°.

Возьмемъ для сравненія еще одну задачу съ опредѣленными данными.

Пусть непріятель, максимумъ скорости котораго 12 узловъ, вышелъ изъ Новороссійска, о чемъ получила извѣстіе эскадра, стоящая въ Батумѣ и имѣющая въ своемъ распоряженіи развѣдчиковъ, обладающихъ 27-ми узловымъ ходомъ. (См. карту 2-ую).

Такіе пункты, какъ Батумъ и Новороссійскъ, равно какъ и 27-ми узловая скорость развѣдчиковъ, взяты нами совершенно произвольно въ данномъ случаѣ,—въ дѣйствительности случай этотъ невѣроятенъ. Но очертанія береговъ Чернаго

КАРТА 2-я
A
B
M

моря на этомъ протяженіи даютъ намъ возможность разсмотрѣть случай 2-й при опредѣленныхъ данныхъ и при большомъ разстояніи между A и B.

Итакъ наши данныя будутъ таковы:

$$a = 240, \quad v = 27 \quad \text{и} \quad v_1 = 12; \quad \rho \text{ примемъ за } 15 \text{ миль.}$$

Чтобы показать преимущества способа предѣльнаго угла встрѣчъ передъ способомъ Виньо, рѣшимъ эту задачу обоими способами.

Посмотримъ сперва, какой уголъ можетъ быть обслѣдованъ за 14 часовъ способомъ Виньо при какомъ угодно числѣ развѣдчиковъ.

Для этого воспользуемся формулою *).

$$\theta = 131°,9 \sqrt{\left(\frac{v}{v_1}\right)^2 - 1.} \log_{10} \frac{v+v_1}{a} \; t.$$

Подставляя наши данныя и вычисляя, получимъ.

$$\theta = 95°.$$

Это и будетъ тотъ уголъ, который можно обслѣдовать способомъ Виньо при какомъ угодно числѣ развѣдчиковъ.

Остается необслѣдованнымъ значительный уголъ, въ которомъ непріятель можетъ пройти совершенно свободно.

Теперь покажемъ, что *имѣя въ своемъ распоряженіи семь развѣдчиковъ, обладающихъ 27-ми узловымъ ходомъ, мы способомъ предѣльнаго угла встрѣчъ обслѣдуемъ весь районъ, въ которомъ только можетъ находиться непріятель, куда бы онъ ни проложилъ свой курсъ и какъ бы ни мѣнялъ скорость, т. е. непріятель будетъ безусловно найденъ, если у насъ въ распоряженіи имѣются семь развѣдчиковъ.*

Въ способѣ же Виньо количество развѣдчиковъ, какимъ бы мы его не взяли, не увеличитъ угла обслѣдованія.

---

*) Формула эта получена мною изъ *уравненія кривой погони* въ полярныхъ координатахъ.

Строимъ на картѣ указаннымъ раньше способомъ предѣльный уголъ и кругъ встрѣчъ. Дуга его пройдетъ приблизительно отъ Ялты до деревни Лазаревской (между мысомъ Жообже и Туапсе), значитъ наибольшее удаленіе равѣдчиковъ отъ А равно разстоянію отъ Батума до Ялты, что составитъ приблизительно 350 — 360 миль.

Отношеніе скорости $q = 2{,}25$; при этомъ отношеніи скоростей найдемъ по таблицѣ $\text{arc Sin}\frac{1}{q} = 0{,}4611$; значитъ дуга, на которой будутъ находиться развѣдчики черезъ 14 приблизительно часовъ будетъ: $360 \cdot 0{,}4611 = 167$ миль. А число необходимыхъ развѣдчиковъ будетъ, слѣдовательно: $167 : (2.15) = 5{,}5 + 1$, т. е. намъ понадобится *шесть* или *семь* развѣдчиковъ для того, чтобы обслѣдовать весь районъ возможныхъ встрѣчъ. Если же $\rho = 20$, то число необходимыхъ для даннаго случая развѣдчиковъ равно *пяти*.

На прилагаемой картѣ заштрихеванное наклонными штрихами наглядно показываетъ тотъ уголъ, который можно обслѣдовать способомъ Виньо въ $13^1/_2$ часовъ, а заштрихованное вертикальными штрихами—тотъ районъ, который можно обслѣдовать способомъ предѣльнаго угла встрѣчъ при тѣхъ же данныхъ. (Карта 2-я).

Общій ходъ рѣшенія задачъ на развѣдочную службу способомъ предѣльнаго угла встрѣчъ.

Установимъ теперь общій ходъ рѣшенія задачъ на развѣдочную службу.

По полученіи извѣстія о томъ, что непріятель находится въ В, чтобы не быть неожиданно застигнутыми извѣстіемъ о его выходѣ, мы должны заблаговременно построить предѣльный уголъ и кругъ встрѣчъ.

Данныя для этого у насъ будутъ таковы:

Разстояніе отъ А до В, т. е. a, мы имѣемъ непосредственно на картѣ; скорость нашихъ развѣдчиковъ — v намъ,

разумѣется, всегда извѣстна, а *max.* возможной скорости непріятеля—v_1 мы всегда можемъ получить изъ справочныхъ книжекъ, не говоря уже о томъ, что по секретнымъ свѣдѣніямъ мы можемъ имѣть и болѣе точныя свѣдѣнія.

Какъ производить построеніе уже было сказано раньше.

Чтобы его напомнить, составимъ слѣдующую схему (см. чертежъ 7):

$$BУ \perp AB;\ BH = BH_1 = v_1;\ HL = H_1L = v;\ AF \parallel LH \text{ и } AF_1 \parallel LH_1;\ FQ\,(=R) \perp AF.$$

Для облегченія рѣшенія задачъ можно пользоваться приведенной ниже «таблицей длины половинъ дугъ, ограничивающихъ предѣльное удаленіе развѣдчиковъ отъ А».

По этой таблицѣ можно всегда получить для каждаго отдѣльнаго случая число развѣдчиковъ, необходимое для отысканія въ морѣ непріятеля.

Входящими аргументами будутъ служить, — въ лѣвомъ вертикальномъ столбцѣ отношеніе скоростей развѣдчиковъ и непріятеля — q или уголъ $\frac{\alpha}{2}$, а въ верхнемъ горизонтальномъ — разстояніе, на которомъ придется производить развѣдку.

Выбравъ по этимъ аргументамъ величину дуги $\frac{1}{2}\,CC_1$, и раздѣливъ ее на паше ρ, т. е. на величину предполагаемаго предѣла видимости корабля въ морѣ, получимъ число развѣдчиковъ, уменьшенное на единицу, $m-1$.

Для составленія этой таблицы послужила формула:

$$m-1 = \frac{AC \cdot \text{arc Sin}\frac{1}{q}}{\rho}$$

Величина произведенія AC. arc Sin $\frac{1}{q}$ и есть длина половины дуги CC_1; дѣля эту величину на ρ, и будемъ получать $m-1$

ТАБЛИЦА

длины половинъ дугъ, ограничивающихъ возможное удаленіе развѣдчиковъ отъ А.

$\frac{v}{v_1} = \frac{q}{}$	$\frac{\alpha}{2}$	Величины дугъ $\frac{1}{2}$ CC_1.										
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
1,40	44° 34′	79,5	99,5	119,4	139,3	159,2	179,0	199,0	218,9	238,8	258,7	278,6
1,45	43° 35′	76,1	97,8	119,2	133,2	152,2	173,7	195,3	216,8	228,3	248,9	266,7
1,50	41° 35′	73,0	91,2	109,5	127,7	146,0	164,2	182,5	200,7	219,0	237,2	255,5
1,55	40° 10′	70,1	87,7	105,3	122,6	140,2	157,8	175,4	193,0	210,3	227,9	245,5
1,60	38° 40′	67,5	84,4	101,3	118,2	135,0	151,9	168,8	185,7	202,6	219,4	236,3
1,65	37° 20′	65,2	81,5	97,8	114,1	130,4	146,7	163,0	179,3	195,6	211,9	228,2
1,70	36° 05′	63,0	78,7	94,5	110,2	126,0	141,7	157,5	173,2	189,0	204,7	220,5
1,75	34° 50′	60,8	76,0	91,2	105,4	121,6	136,8	152,0	167,2	182,4	197,6	212,8
1,80	33° 45′	58,9	73,7	88,4	103,3	117,8	132,6	147,3	162,1	176,7	191,5	206,6
1,85	32° 45′	57,2	71,5	85,8	100,1	114,4	128,7	143,0	157,3	171,6	185,9	200,2
1,90	31° 45′	55 4	69,2	83,1	96,9	110,8	124,6	138,5	152,3	166,2	180,8	193,9
1,95	30° 50′	53,8	67,2	80,7	94,2	107,6	121,0	134,5	147,8	161,4	174,8	188,3
2,00	30° 00′	52,4	65,5	78,6	91,7	104,8	117,9	131,0	144,1	157,2	170,3	183,4
2,05	29° 10′	50,9	63,7	76,4	89,1	101,8	114,5	127,3	140,0	152,7	165,5	178,2
2,10	28° 25′	49,6	62,0	74,4	86,8	99,2	111,5	124,0	136,4	148,8	161,2	173,6
2,15	27° 45′	48,4	60,5	72,9	84,7	96,8	108,9	121,0	133,1	145,2	157,3	169,4
2,20	27° 00′	47,3	59,1	70,9	82,7	94,6	106,4	118,2	130,0	141,9	153,7	165,5
2,25	26° 25′	46,1	57,6	69,2	80,7	92,2	103,7	115,3	126,8	138,3	149,8	161,4
2,30	25° 45′	44,9	56,2	67,4	78,6	89,8	101,1	112,3	123,6	134,7	146,0	157,2
2,35	25° 15′	43,9	54,9	65,9	76,8	87,8	98,8	109,8	120,8	131,7	142,7	153,7

$q = \frac{v}{v_1}$	$\frac{\alpha}{2}$	Величины дугъ $\frac{1}{2}$ CC_1.										
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
2,40	24° 35′	42,9	53,6	64,4	75,1	85,8	96,5	107,5	118,0	128,7	139,5	1502,
2,45	24° 05′	42,0	52,5	63,0	73,5	84,0	94,5	105,0	115,5	126,0	136,5	147,0
2,50	23° 35′	41,2	51,5	61,8	72,1	82,4	92,7	103,0	113,3	123,6	133,9	144,2
2,55	23° 05′	40,3	50,4	60,6	70,6	80,6	90,7	100,8	110,9	120,9	131,0	141,1
2,60	22° 35′	39,4	49,2	59,1	69,4	78,8	88,6	98,5	108,3	118,2	128,0	137,9
2,65	22° 10′	38,7	48,4	58,1	67,7	77,4	87,1	96,8	106,5	116,1	125,8	135,5
2,70	21° 45′	38,0	47,5	57,0	66,5	76,0	85,5	95,0	104,5	114,0	123,5	133,0
2,75	21° 20′	37,2	46,5	55,8	65,2	74,4	83,7	93,0	102,3	111,6	120,9	130,2
2,80	20° 55′	36,5	45,6	54,8	63,9	73,0	82,1	91,3	100,4	109,5	118,6	127,8
—	20° 00′	34,9	43,7	52,3	61,0	69,8	78,6	87,3	96,0	104,7	113,5	122,3

Способъ отысканія непріятеля въ морѣ мы свели къ тому, что построивъ предѣльный уголъ встрѣчъ и опредѣливъ по формулѣ или по таблицѣ число необходимыхъ развѣдчиковъ m, дѣлимъ этотъ уголъ на число частей, равное $m-1$, и тогда линіи, дѣлящія уголъ на части, и его стороны будутъ служить курсами развѣдчиковъ.

Однако на практикѣ, въ отдѣльныхъ случаяхъ, намъ придется нѣсколько отступать отъ этого шаблона и нѣсколько иначе производить прокладку курсовъ развѣдчиковъ.

Для случая 1-го, построивъ предѣльный уголъ встрѣчъ α на картѣ, отыскиваемъ непосредственно по таблицѣ по даннымъ $q = \frac{v}{v_1}$ и a длину дуги $\frac{1}{2}$ CC_1 и, раздѣливъ ее на наше предполагаемое ρ, получимъ число $m-1$. На такое же число частей дѣлимъ предѣльный уголъ встрѣчъ. Курсами развѣдчиковъ и будутъ служить стороны предѣльнаго угла и линіи, дѣлящія этотъ уголъ на $m-1$ частей.

Примѣръ 1-й. Возьмемъ для этого примѣра такія данныя.

Эскадра, стоящая въ Ганге, получила извѣстіе о томъ, что непріятель вышелъ изъ Балтійскаго порта по неизвѣстному направленію со скоростью, которая не можетъ превысить десяти узловъ. Сколько потребуется послать изъ Ганге развѣдчиковъ, обладающихъ 17-ти узловымъ ходомъ и предѣломъ видимости въ 15 миль, для отысканія непріятеля въ морѣ?

Разстояніе отъ Ганге, до Балтійскаго порта около 40 мил. Отношеніе скоростей $q = \frac{17}{10} = 1{,}70$.

По этому отношенію и разстоянію въ 200 миль найдемъ по таблицѣ длину дуги $\frac{1}{2}\,CC_1$ равной 126,0 миль. Но такъ какъ у насъ разстояніе не 200 миль, а лишь 40, т. е. въ пять разъ меньше, то чтобы получить длину дуги $\frac{1}{2}\,CC_1$ для α въ 40 миль, надо 126 раздѣлить на пять; получимъ $\frac{126}{5} = 25{,}2$. Раздѣливъ это число на наше $\rho = 15$, получимъ.

$$m - 1 = 25{,}2 : 15 = 2 \text{ (приближенно):}$$

Слѣдовательно, для безусловнаго отысканія непріятеля въ нашемъ случаѣ понадобятся *три развѣдчика* (*).

Примѣръ 2-й. Для этого примѣра возьмемъ данныя, удобныя для примѣненія на маневрахъ въ Черномъ морѣ.

Пусть непріятель, Max. возможной скорости котораго 10 узловъ вышелъ изъ Одессы. Сколько понадобится выслать изъ Севастополя на развѣдки эскадренныхъ миноносцевъ, обладающихъ скоростью въ 20 узловъ, предполагая, что непріятель, вслѣдствіе какихъ-либо соображеній, не пойдетъ въ Каркинитскій заливъ (пусть, напримѣръ, это отрядъ, стремящійся соединиться съ эскадрой, стоящей гдѣ-то у Анатолійскаго берега) и, слѣдовательно, искать его сѣвернѣе линіи Севастополь—Одесса не придется?

---

*) Вообще нужно замѣтить, что въ Финскомъ заливѣ, благодаря условіямъ мѣстности, развѣдочная служба настолько облегчена, что можетъ ограничиваться устройствомъ лишь наблюдательныхъ пунктовъ на берегу.

Для эскадренныхъ миноносцевъ ρ можно смѣло принять равнымъ 10-ти милямъ, ибо на такомъ разстояніи непріятель замѣтенъ съ миноносца.

Зная, что сѣвернѣе линіи Севастополь—Одесса искать непріятеля не придется, мы видимъ, что обслѣдовать намъ надо лишь половину предѣльнаго угла встрѣчъ, для чего потребуется вдвое меньше развѣдчиковъ.

Отношеніе скоростей $q = \frac{20}{10} = 2{,}0$, а разстояніе отъ Одессы до Севастополя $a = 160$ милямъ. По этимъ даннымъ находимъ въ таблицѣ $\frac{1}{2}\,CC_1 = 80$ милямъ. Раздѣливъ $\frac{1}{2}\,CC_1$ на наше ρ, равное 10-ти, получимъ, что $m-1 = 8$.

Но такъ какъ въ данномъ случаѣ намъ необходимо обслѣдовать лишь половину предѣльнаго угла встрѣчъ, то и число $m-1$ будетъ вдвое меньше, т. е. четыре, а число развѣдчиковъ m, слѣдовательно, равно пяти.

Для случая 2-го выгодно стремиться къ тому, чтобы увеличивать районъ обслѣдованія (половина площади фигуры CFF_1C_1; черт. 11), для каковой цѣли слѣдуетъ увеличивать число развѣдчиковъ, насколько только можно.

Помощь въ данномъ случаѣ окажетъ та же «*Таблица длины половинъ дугъ*». Пользоваться ею будемъ такъ: пусть въ нашемъ распоряженіи имѣется m развѣдчиковъ; помноживъ $m-1$ на 2ρ, получимъ длину дуги $\frac{1}{2}\,CC_1$. Ищемъ по таблицѣ въ горизонтальной строкѣ противъ нашего q длину дуги, равную той, которую мы получили вычисленіемъ. То число миль, которое будетъ соотвѣтствовать длинѣ этой дуги, найдемъ въ верху столбца въ которомъ находится наша дуга. Это число миль и покажетъ намъ, насколько можно удалить нашихъ развѣдчиковъ отъ А.

Примѣръ 1-й. *Эскадра, находящаяся западнѣе маяка Фильзандъ, получила извѣстіе по телеграфу, что вблизи Либавы проходитъ непріятельскій флотъ, скорость котораго по имѣющимся у адмирала свѣдѣніямъ не превышаетъ 12-ти*

узловъ. Въ распоряженіи адмирала имѣется четыре крейсера, которые могутъ дать свыше 20-ти узловъ хода. Достаточно ли этихъ крейсеровъ для того, чтобы обслѣдовать въ предѣльномъ углѣ встрѣчъ пространство до Либавы, если, благодаря благопріятнымъ атмосфернымъ условіямъ, ρ можно принять равнымъ 20-ти милямъ?

Посмотримъ, какъ велика длина дуги, ограничивающей удаленіе четырехъ крейсеровъ отъ Фильзанда. Величина этой дуги есть $(m-1) \cdot 2\rho = 3 \cdot 40 = 120$ миль. Отношеніе скоростей $q = \frac{20}{12} = 1{,}66$. Ищемъ въ таблицѣ противъ $q = 1{,}65$ въ горизонтальной строкѣ длину дуги въ 120 миль. Заключается она между двумя дугами въ 114 и въ 130 миль. Первая соотвѣтствуетъ удаленію отъ А въ 175, а вторая—въ 200 миль. Интерполируя, получимъ, что удаленіе четырехъ крейсеровъ отъ А при $q = 1{,}65$ есть 185 миль.

Слѣдовательно, четыре крейсера могутъ удалиться отъ Фильзанда на 185 миль и при этомъ не разойдутся другъ отъ друга на разстояніе, превышающее 2ρ. А разстояніе отъ Фильзанда до Либавы около 120-ти миль. Такимъ образомъ, четыре крейсера, посланные въ предѣльномъ углѣ встрѣчъ отъ Фильзанда могутъ идти значительно дальше, чѣмъ разстояніе отъ этого маяка до Либавы.

Примѣръ 2-й. *Развѣдочный отрядъ, стоящій на Ялтинскомъ рейдѣ и состоящій изъ трехъ крейсеровъ, получилъ извѣстіе о томъ, что около Керченскаго пролива проходитъ непріятельскій отрядъ, скорость котораго не превышаетъ 10-ти узловъ. Достаточно ли этихъ трехъ крейсеровъ для отысканія въ данномъ случаѣ непріятеля, если скорость ихъ можетъ быть свободно доведена до 18-ти узловъ, а предѣлъ видимости ихъ не менѣе 15-ти миль?*

Разстояніе отъ Ялты до Керченскаго пролива около 110-ти миль. Отношеніе скоростей въ данномъ случаѣ есть: $q = \frac{18}{10} = 1{,}80$.

По этимъ даннымъ ищемъ въ «*Таблицѣ длины половины дуги*» величину дуги $\frac{1}{2}CC_1$. Эта величина есть 64 мили. Раз-

дѣливъ 64 на 2ρ, равное 30-ти, получимъ $m-1=2$ (приближенно). Слѣдовательно три крейсера вполнѣ могутъ найти непріятеля при нашихъ данныхъ.

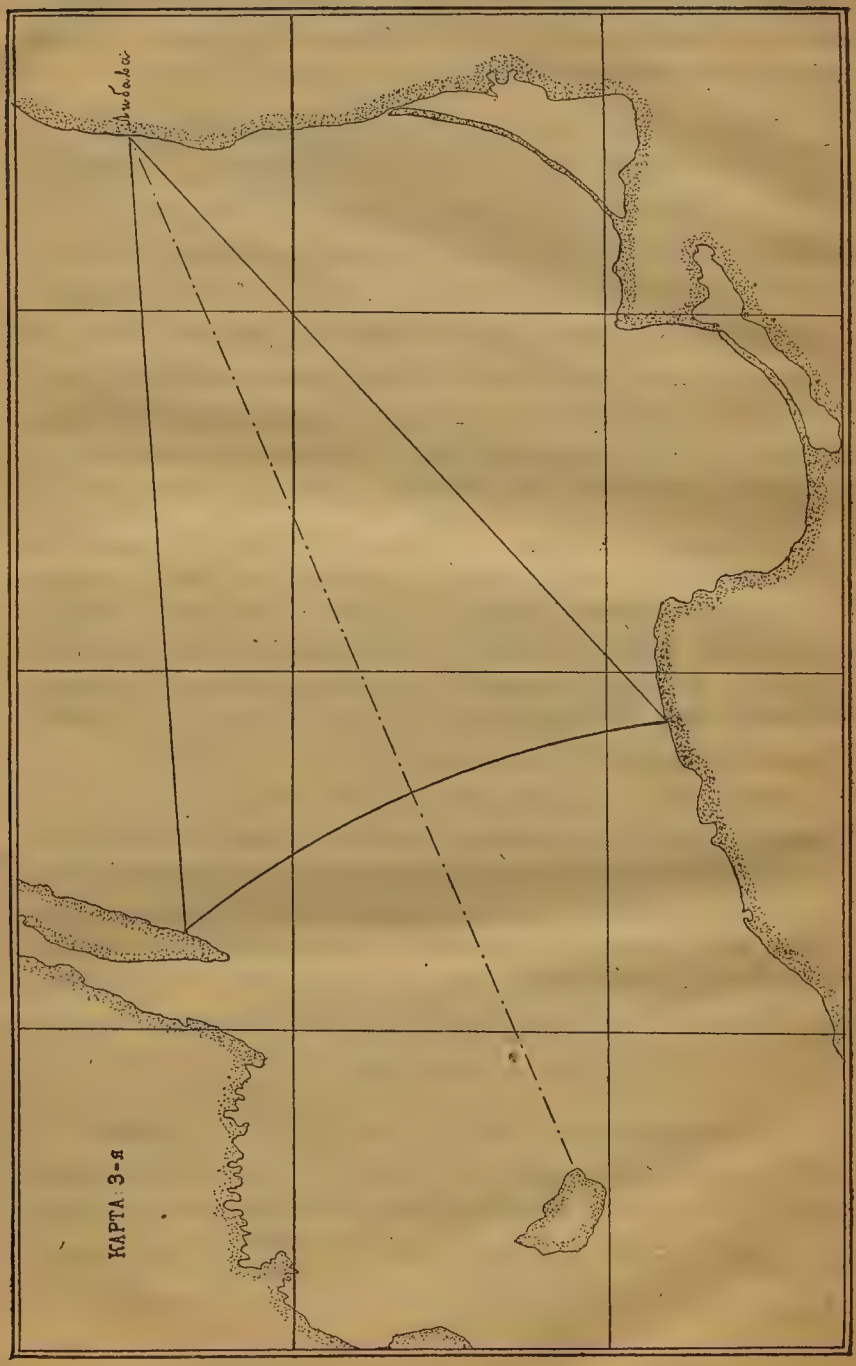
Для **случая 3-го** точки пересѣченія круга встрѣчъ съ береговою чертою соединяемъ съ А и, измѣривъ полученный уголъ беремъ половину его, какъ аргументъ и выбираемъ длину дуги $\frac{1}{2}$ CC_1 въ таблицѣ по этому аргументу и разстоянію.

Раздѣливъ величину $\frac{1}{2}$ CC_1 на наше ρ, получимъ число развѣдчиковъ $m-1$; на такое же число частей раздѣлимъ уголъ, составленный прямыми, соединяющими А съ точками пересѣченія круга встрѣчъ съ береговой чертою. Развѣдчиковъ отправляемъ, по этимъ прямымъ и по дѣлящимъ уголъ на равныя части.

Примѣръ. *Эскадра, стоящая въ Либавѣ и имѣющая въ своемъ распоряженіи крейсера, способные развить скорость свыше 20-ти узловъ, получила извѣстіе, что мимо острова Борнгольма проходитъ непріятельскій отрядъ, max. скорости котораго 12 узловъ. Сколько понадобиться послать крейсеровъ для отысканія непріятеля, если для этихъ крейсеровъ ρ можно принять равнымъ 20-ти милямъ?*

Построивъ на картѣ кругъ встрѣчъ (см. карту 3), увидимъ, что дуга его, лежащая въ морѣ, будетъ заключаться между островомъ Эландъ и береговой чертою къ западу отъ Данцигскаго залива. Проведя прямыя отъ Либавы до точекъ пересѣченія дуги круга встрѣчъ съ береговой чертою, измѣримъ полученный уголъ. Величина его около 40° (меньше). Раздѣливъ его на 2, получимъ $\frac{\alpha}{2} = 20°$. Разстояніе отъ Либавы до Борнгольма около 220 миль.

Съ аргументами $a = 220$ и $\frac{\alpha}{2} = \frac{40°}{2} = 20°$ входимъ въ «*Таблицу длины половинъ дугъ*» и ищемъ величину дуги $\frac{1}{2}$ CC_1. Равна она 76,8 миль. Раздѣливъ эту величину на наше $\rho = 20$, получимъ $m-1 = \frac{76,8}{20} = 4$ (приближенно).


КАРТА 3-я

Слѣдовательно въ данномъ случаѣ намъ для отысканія непріятеля понадобится **пять** крейсеровъ.

Раздѣливъ на четыре части уголъ, показанный на картѣ, отправимъ крейсера по сторонамъ угла и по прямымъ, дѣлящимъ его на равныя части.

И такъ мы указали, какъ рѣшаются задачи на развѣдочную службу въ трехъ различныхъ случаяхъ способомъ предѣльнаго угла. Необходимо однако замѣтить, что эти три рѣзко разграниченные случаи не слишкомъ часто встрѣчаются въ чистомъ, такъ сказать, видѣ. Большею частью заданія представляютъ собою смѣшеніе какихъ-либо двухъ случаевъ изъ приведенныхъ трехъ.

При смѣшеніи случаевъ 1-го и 2-го за входящій аргументъ въ вертикальной графѣ надо брать уголъ, составленный касательной, проведенной изъ А къ кругу встрѣчъ, и прямой соединяющей А съ точкой пересѣченія дуги круга встрѣчъ съ береговой чертой. При смѣшеніи случаевъ 2-го и 3-го будемъ поступать такъ же, какъ и для случая 3-го.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда у насъ мало развѣдчиковъ, не слѣдуетъ смущаться этимъ обстоятельствомъ и отказываться совсѣмъ отъ развѣдки. При этихъ условіяхъ можно принимать за ρ очень большія величины, помня приведенное раньше положеніе:

Вѣроятность, что непріятель пройдетъ какъ разъ посрединѣ между двумя развѣдчиками, т. е. отъ каждаго въ разстояніи ρ, *чрезвычайно мала, поэтому на практикѣ мы можемъ (конечно при благопріятномъ состояніи атмосферы) брать за* ρ *очень большія величины.*

Лейтенантъ *Бундасъ.*

В. Кундас

Математическое изследование возможности опбиствания в море неприятеля.